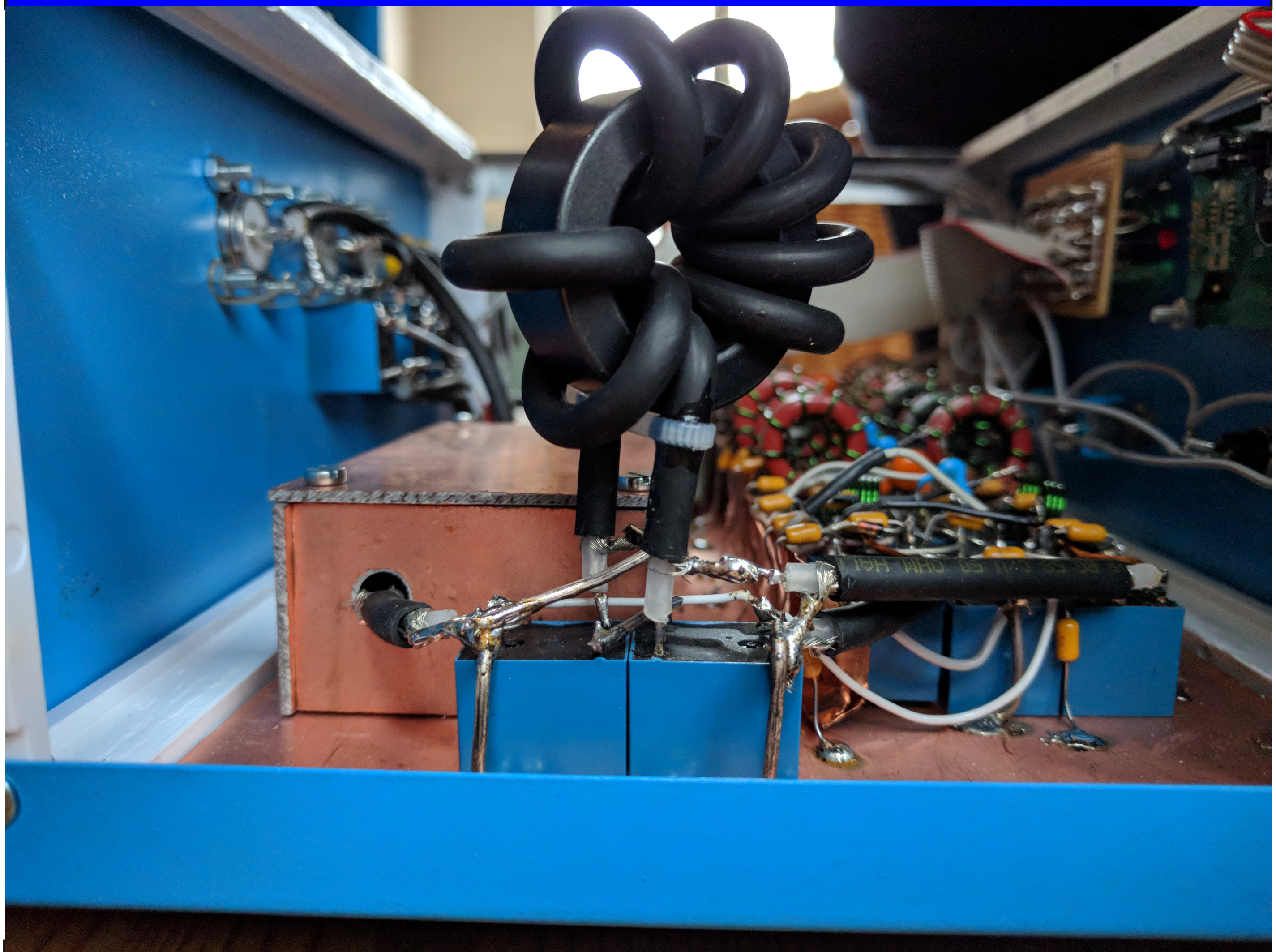
# RAZzies

## Maandblad van de Radio Amateurs Zoetermeer



## Februari 2019

Met in dit nummer:

- Automatische Antenne Tuner (B)
- Opa Vonk: Spread Spectrum
- XBM80-2 transceiver
- Afdelingsnieuws

Colofon

RAZzies is een uitgave van de Radio Amateurs Zoetermeer. Bijeenkomsten van de Radio Amateurs Zoetermeer vinden plaats op elke tweede en vierde woensdag van de maanden september - juni om 20:00 uur in het clubhuis van de Midgetgolfclub Zoetermeer in het Vernède sportpark in Zoetermeer.

Website:

http://www.pi4raz.nl

Redactie:

Frank Waarsenburg
PA3CNO
pa3cno@pi4raz.nl

Eindredactie:

Robert de Kok
PA2RDK
pa2rdk@pi4raz.nl

Informatie:

info@pi4raz.nl

Kopij en op- of aanmerkingen kunnen verstuurd worden naar razzies@pi4raz.nl

Nieuwsbrief:

http://pi4raz.nl/maillist/subscribe.php

## Van de redactie

Zo, dat was me het maandje wel. De automatische antennetuner is eindelijk af, en de resultaten daarvan zijn in deze uitgave te lezen. Daar had ik wel een hele special van kunnen maken want het is een best groot artikel geworden, niet in de laatste plaats omdat ik vanwege de verwachte belangstelling van amateurs uit het buitenland, het artikel maar direct in twee talen heb geschreven. Maar goed, alle ervaringen met de tuner kan je er nu op je gemak op na slaan voor het geval je zelf wilt proberen om de tuner te bouwen. Kost even wat tijd, maar het is zeker de moeite waard. Met als voordeel dat je terug kunt vallen op de ervaringen van onze clubleden...

De feestdagen zitten er weer op en we zijn met zijn allen weer gewoon aan het werk. Wat nog na ijlt, is de kerstpuzzel. Vanuit het hele land zijn er inzendingen ontvangen, vaak vergezeld van enthousiaste reacties. De puzzel in de Electron wordt duidelijk gemist. Gelukkig hebben we bijna een heel jaar om na te denken over een vervolg, want dat die er moet komen is wel duidelijk. De uitslag van de puzzel en de winnaars vind je verderop in het blad. Maar goed, inmiddels zijn we aan het aftellen voor onze expeditie naar Liechtenstein, en dat is al jaren de kraamkamer voor nieuwe ideeën. "Zoek ik in Liechtenstein wel uit", is nu al een veelgehoorde kreet. Je kunt in de loop van dit jaar dus nog veel interessante artikelen verwachten...

---

## Automatische Antenne Tuner

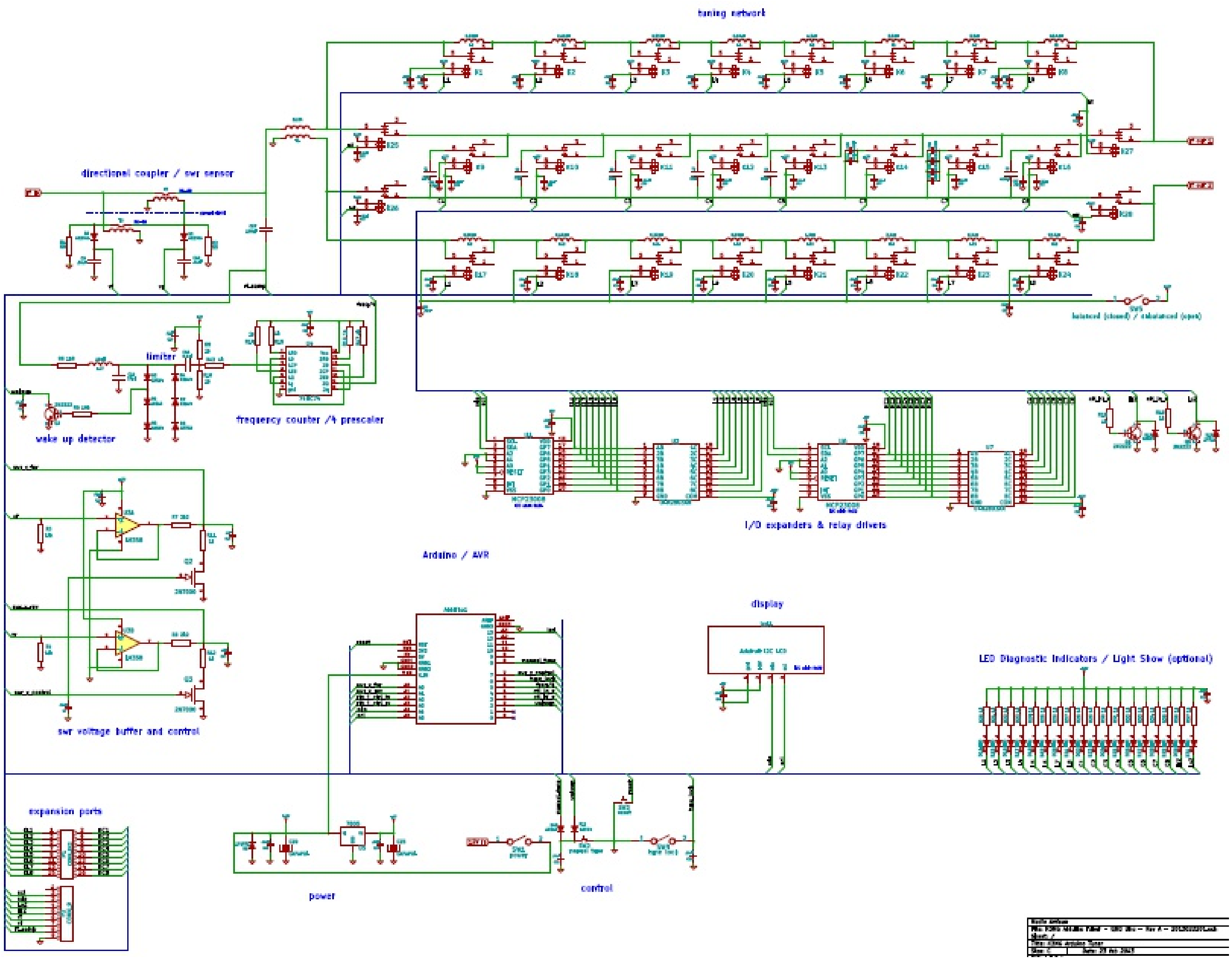
Een wens voor veel amateurs, maar doorgaans niet te betalen. Op zoek naar een wel betaalbaar ontwerp, liep ik tegen de site van Radio Artisan aan, waar een ontwerp beschreven stond voor een automatische antenne tuner met een Arduino, naar een ontwerp van K3NG. Nou, zoiets moest toch wel na te bouwen zijn. Dus werd de beschikbare documentatie erbij gezocht en de haalbaarheid van het project onderzocht. En dat viel niet tegen.

Feitelijk bestaat de tuner uit 3 blokken: een (dubbele) L-tuner, de SWR meetbrug en de stuur-elektronica. Als je de L-tuner kent,

## Automatic Antenna Tuner

A wish for many amateurs, but usually not affordable for most amateurs. In search of a design that would be affordable, I ran into the website of Radio Artisan, where a design was described for an automatic antenna tuner based on an Arduino, designed by K3NG. Well, something like that should be possible to reproduce. So the available documentation was gathered and the feasibility of the project was investigated. And that was not disappointing at all.

In fact, the tuner consists of 3 functional blocks: a (double) L-tuner, the SWR measuring bridge and the control electronics. If you are familiar




**Het initiële schema van de tuner. Gaat hier niet leesbaar worden. Klik op het schema om een PDF versie te downloaden**

herken je die wel in het schema. Het is of een C naar massa met een L in serie als de antenne lager is dan 50 Ohm, of een L in serie met daarna een C naar massa als de antenne hoger is dan 50 Ohm. De L is hier alleen vervangen door 8 spoelen die door relais geschakeld worden, en ook de C bestaat uit 8 condensatoren die door relais gestuurd worden. Een tweede set relais schakelt de condensator voor of na de spoel, afhankelijk van of de antenne-impedantie lager of hoger dan de gewenste 50 Ohm is.

De opzet van de tuner is symmetrisch. Het binnenkomende HF signaal gaat allereerst door de SWR meetbrug en wordt daarna meteen door een balun gevoerd. Het signaal na de

**The initial schematic diagram of the tuner. Probably hard to read. Click on the schematic to download a PDF version**

with the L-tuner, you will recognize it in the schematic diagram. It is either a capacitor to ground with an inductor in series if the antenna is less than 50 Ohms, or an inductor in series followed by a capacitor to ground if the antenna is more than 50 Ohms. The L in this case is replaced by 8 inductors switched by relays, and also the C consists of 8 capacitors which are switched by relays. A second set of relays switches the capacitor before or after the L, depending on whether the antenna impedance is lower or higher than the desired 50 Ohms.

The setup of the tuner is symmetrical. The incoming HF signal first goes through the SWR measuring bridge and the brigde is then immediately followed by a balun. The signal at

balun wordt dan aan twee sets spoelen aangeboden waartussen de condensator geschakeld wordt. Aan het eind van de spoelenreeks kan dan een symmetrische antenne aangesloten worden. Met een schakelaar kan de onderste reeks relais stroomloos gemaakt worden waardoor een asymmetrische antenne aangesloten kan worden.

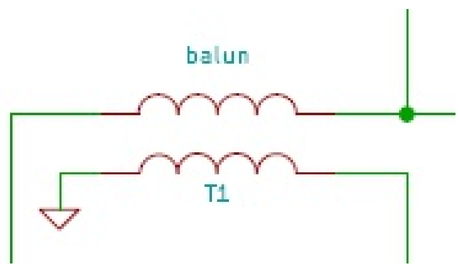
Relais kosten in China bijna niets, dus werd een krat van die dingen besteld om eens mee te experimenteren. Gert PE0MGB was de eerste die zich er aan waagde en het project nabouwde. Dat verliep zonder al te veel problemen. Waar ik wel een probleem mee had, was de stand 'asymmetrisch'. Kijk maar in het schema: het signaal gaat altijd door de balun heen. Daarvan ligt de onderste wikkeling met de linkerkant op massa. Maar in de stand asymmetrisch wordt gesuggereerd dat de onderste poot van de antenne-aansluiting aarde is. Als je inderdaad een geaarde antenne hebt, sluit je feitelijk de onderste wikkeling van de balun kort. Ik stelde dan ook voor om in de stand asymmetrisch een relaiscontact over zowel de bovenste als de onderste wikkeling van de balun te zetten. De onderste aansluiting wordt dan echt massa/aarde, en de bovenste aansluiting komt zonder de werking van de balun aan de tuner te hangen. Doordat de relais de balun kortsluiten, loopt daardoor geen stroom en heeft deze geen effect.

Dat was de theorie.

In de praktijk vormen de relaiscontacten echter geen absolute kortsluiting, maar slechts een zeer lage weerstand met een beetje zelfinductie. Er loopt dus nog steeds een beetje hoogfrequent door de balun en dat zorgt voor zeer nare bijeffecten. Gert heeft dat er dus maar weer uitgesloopt. Uiteindelijk werkte de tuner dusdanig goed, dat Gert niet anders meer gebruikt.

En toen was het mijn beurt.

Onderdelen verzamelen, ringkernen bestellen




the output of the balun is then applied to two sets of inductors between which the capacitor is switched. A symmetrical antenna can then be connected at the end of the sets of inductors. With a switch the lower series of relays can be de-energized which makes it possible to connect an asymmetrical antenna, because the lower set of inductors is bypassed this way.

Relays are very cheap in China, so I ordered a bunch of relays to experiment with. Gert PE0MGB was the first to take the challenge and reproduced the tuner project. That went without too many problems. What really bothered me though, was the way the tuner was used as 'asymmetrical'. Just look at the diagram: the signal always passes through the balun. The left side of the lower winding is connected to ground. But in the asymmetrical switch position it is suggested that the lower leg of the antenna is connected to ground. If you indeed have an antenna which is connected to ground, you actually shortcircuit the lower winding of the balun. I therefore suggested that when used 'asymmetrical', a relay contact should be connected across both the upper and the lower winding of the balun. The lower connection will then become truly earth/ground, and the upper connection will be connected to the tuner without the interference of the balun. Because the relays shortcircuit the balun, there is no current flowing through the balun and hence it has no effect.

That was the theory.

In practice, however, the relay contacts do not form an absolute shortcircuit, but only a very low resistance with a small inductance. So there is still a little high frequency current flowing through the balun and that causes very nasty side effects. So Gert removed that again. In the end the tuner worked so well, that Gert is not using anything else anymore.

And then it was my turn.

en inlezen in het project. De expeditie naar Liechtenstein werd gebruikt voor het in elkaar zetten van de relaisbank met de spoelen en condensatoren, met dien verstande dat ik aan voor- en achterkant van de spoelensets extra relais toevoegde voor het aarden van de onderste condensatorrail. Dat hele symmetrisch/ asymmetrisch zat me namelijk nog steeds niet lekker en ik wilde het toch anders doen. Zoals ik het nu gedaan heb, wordt in de stand asymmetrisch de onderkant van de condensatorbank aan twee kanten aan massa gelegd. Daarnaast wordt dan de bovenste wikkeling van de balun gebypassed, zodat de uitgang van de SWR meetbrug rechtstreeks aan de bovenste L-sectie komt te hangen. Mooier asymmetrisch kan niet. Overigens: als je er zeker van bent dat je noooooit een symmetrische antenne zal gaan gebruiken, dan kan je die hele onderste reeks spoelen met relais plus de balun gewoon weglaten. Chris PA0OKC testte dat, en dat werkt prima.

Toen moest de elektronica gebouwd. Allereerst de SWR meetbrug. Technisch niet ingewikkeld. Inmiddels herkennen jullie hierin wel de Tandem bridge, ook wel bekend als Stockton bridge. Twee T50-2 ringkernen met elk 40 windingen waren snel gemaakt. Stuk RG58 erdoor als enkele winding (afscherming maar aan 1 kant aarden!) en de diodes op hun plaats solderen was ook het werk niet. Ik besloot om de 100pF condensator en de 1k8 weerstand bij de brug te monteren en niet op de stuurprint, omdat anders de volle HF spanning door een kabeltje naar de print moet. Ten eerste wil ik de volle spanning daar niet hebben, en ten tweede wil ik niet het risico lopen dat digitale stoorsignalen zonder enige vorm van verzwakking op de antenneleiding terecht kunnen komen.

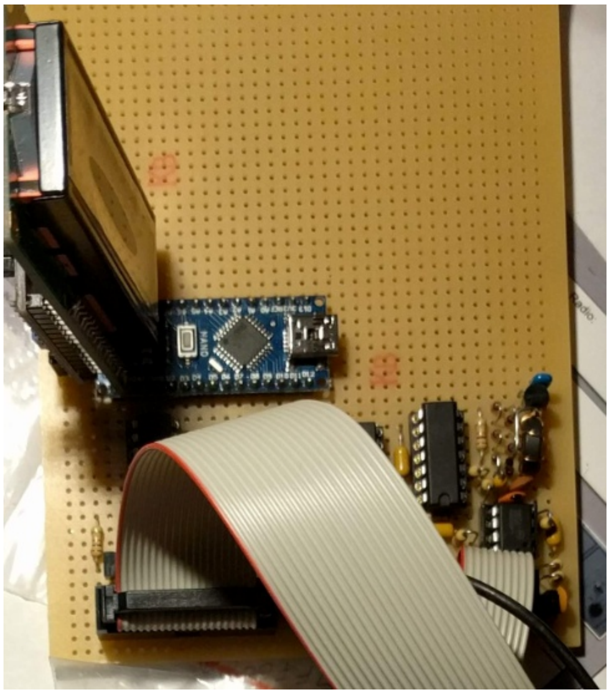
De onderdelen van de stuurelektronica werden op een stuk experimenteerprint gemonteerd. Die elektronica behoeft enige toelichting. Je kunt je voorstellen dat als je 8 relais voor de spoelen, 8 relais voor de condensatoren, 2 relais voor Hi en Lo-Z, een display en een verzwakker moet kunnen aansturen, het aantal beschikbare

Collecting parts, ordering ring cores and reading about the project details. Our expedition to Liechtenstein was used to assemble the relay sections with the coils and capacitors, but with some changes: I added additional relays before and after the coil sets for grounding the lower capacitor rail. I still had my doubts about the way the symmetric / asymmetric switching was done, and I wanted to do it in another way. The way I realized it, the lower rail of the capacitor bank will be grounded on both ends when switched to the asymmetrical position. In addition, the top winding of the balun is bypassed so that the output of the SWR measuring bridge is directly connected to the upper L section. The best way to obtain an asymmetrical output. By the way: if you are sure that you are never going to use a symmetrical antenna, then you can just skip the entire lower L-section with all the accompanying relays and the balun. Chris PA0OKC built his tuner that way, and that works fine.

Then the electronic measurement and control circuit had to be built. First of all the VSWR measurement bridge. Technically not very complicated. You probably will recognize the Tandem bridge, also known as Stockton Bridge. Two T50-2 ring cores with 40 turns each were made quickly. I used a piece of RG58 coax cable as the single turn (ground the shielding only on one side!), and soldering the diodes in place was also not much effort. I decided to mount the 100pF capacitor and the 1k8 resistor at the bridge side and not on the control board, because otherwise the full HF voltage has to go through a cable to the PCB. Firstly, I do not want to have the full voltage at that location, and secondly I do not want to take the risk that digital interference signals can end up on the antenna lead without any form of attenuation.

The components of the control electronics were mounted on a piece of Vero board. The electronics need some additional explanation. You can imagine that if you have to control 8 relays for the inductors, 8 relays for the capacitors, 2 relays for Hi and Lo-Z, a display and an attenuator, the number of available I/O's

lijntjes op een Arduino nogal tekort schiet. Dat is wat die 23008 IC's oplossen. Dat zijn I²C extenders. I²C is een tweedraads bus bestaande uit een klok- en een datalijn. De extenders krijgen elk een eigen, uniek adres en op die manier kan je via deze bus met twee draadjes 16 relais aansturen. Ook het display wordt op deze manier aangestuurd, zodat er maar twee draden nodig zijn voor de relais en het display. Dan hou je genoeg lijnen over op de Arduino voor andere functies.


**Stuurelektronica op experimenteerboard**
**Control electronics on Vero board**

on an Arduino is rather limited. That is what those 23008 ICs take care of. These ICs are I²C extenders. I²C is a two-wire bus consisting of a clock and a data line. The extenders each have their own unique address and in this way you can control 16 relays via this bus with only two wires. The display is also controlled in this way, so that only two wires are needed to control all the relays and the display. That leaves you enough input/output ports on the Arduino for other functions.

Ik zette twee boxheaders op de print: een 10-polige voor de verbinding met de SWR bridge, en een 20-polige voor het aansturen van de 18 relais plus voeding. De 10-polige connector bedraadde ik zodanig dat alle signaalvoerende draden omringd waren door massaverbindingen, om eventuele overspraak te voorkomen.

De analoge signalen van de SWR bridge komen terecht op een OpAmp type LM358, die als buffer geschakeld is. Komt de spanning boven de 5V en dreig je daardoor de analoge ingang van de Arduino te oversturen, dan zet de Arduino de twee 2N7000 FETs open, waardoor het signaal naar de Arduino verzwakt wordt en weer binnen het meetbereik valt.

Het verzwakte HF signaal wordt aan een clipper toegevoerd die bestaat uit 3x in serie geschakelde dioden anti-parallel, waardoor het signaal begrensd wordt tot ongeveer 4Vtt. Een aftakking op de clipper stuurt, bij aanwezigheid van een HF signaal, tevens een transistor open die een wake-up signaal afgeeft aan de Arduino. Die weet op deze manier dat er HF aanwezig is, en dat het tijd wordt om aan het werk te gaan. Het geclipte HF signaal komt op een 74HC74 4-deler terecht, zodat er maximaal 7MHz op de

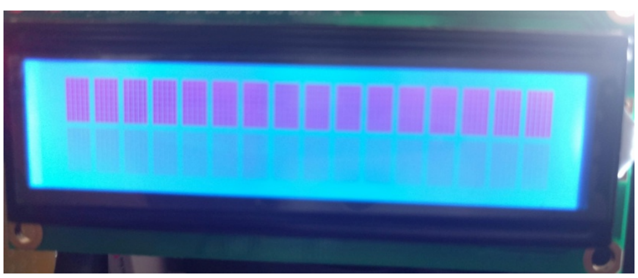
I put two boxheaders on the PCB: a 10-pin header for the connection to the VSWR bridge, and a 20-pin header for controlling the 18 relays plus power supply. I wired the 10-pole connector in such a way that all signal-carrying wires were surrounded by ground connections, in order to prevent possible crosstalk.

The analog signals from the VSWR bridge are applied to a LM358 OpAmp, which is used as a buffer circuit. If the VSWR voltage exceeds 5V and hence might overdrive the analogue input of the Arduino, the Arduino will open the two 2N7000 FETs, causing the signal to the Arduino to be attenuated and reduced to within the measuring range.

The attenuated RF signal is applied to a clipper which consists of 3x series-connected diodes anti-parallel, whereby the signal is limited to approximately 4Vpp. Additionally a tap on the clipper also drives a transistor when a HF signal is present, which in turn sends a wake-up signal to the Arduino. The Arduino knows in this way that a HF signal is present, and that it is time to perform some actions. The clipped HF signal ends up on a 74HC74 dividing the signal by 4, so that a maximum frequency of 7MHz is

Arduino terecht komt. Die heeft dan meteen een idee op welke band je aan het zenden bent. Doordat de ingang van de 74HC74 op de halve voedingsspanning gezet is, slingert het HF signaal rond het schakelpunt.

Ik gebruikte in deze opbouw IC-voetjes. Normaal doe ik dat nooit, maar ik had geen zin om als ik wat zou slopen tijdens het experimenteren, alle IC's eruit te moeten sabbelen. Niet zoals ik printen maak. Ik zette er een 4-polige female connector op om het display aan te kunnen sluiten. Nou zat er in het originele ontwerp een I²C RGB AdaFruit display. Dat vond ik veel te duur (kost $25) voor wat het oplevert. In de software wordt het backlight groen gemaakt als de tuner in rust is (getuned), blauw tijdens tunen en rood als de SWR te hoog is (omdat hij er niet uitkomt). Er zijn andere manieren om dat aan te geven als het moet. Ik had nog 16x2 LCD's liggen van Ali, wit met blauw backlight. Heel professioneel. Kostte $1,35 bij Ali, inclusief verzendkosten. Ik had er ooit 3 besteld omdat ik het te gênant voor woorden vond om er maar één op te laten sturen vanuit China... Die kwam mooi van pas, alleen was die geen I²C. Nou heeft Ali I²C adapters voor $0,59, die je op een standaard 16x2 display kunt solderen waardoor deze voor I²C geschikt worden. Ben je voor onder de $2 klaar. Je kunt ze ook als set bestellen, met de adapter al op het display gesoldeerd. Dan kosten ze iets meer dan $2 maar dan hoef je niet zelf te solderen. In mijn geval had Gert PE0MGB nog zo'n adapter voor me liggen, dus was de keuze gauw gemaakt. Adapter erop gesoldeerd en het display tijdelijk haaks op de print in het voetje gestoken. Wat nog restte, was de software in de Arduino blazen. Ik downloadde van Github de laatst bekende sourcecode, prutste een half uurtje om alle missende bibliotheken compleet te krijgen zodat de compiler geen fouten meer gaf, vertelde de code dat ik geen kleurendisplay had, en toen was het tijd voor de Smoke test. Spanning



applied to the Arduino. The Arduino knows in this way on which band you are transmitting. Because the input of the 74HC74 is biased to half the supply voltage, the RF signal moves around the switching point.

I used IC sockets in this setup. Usually I never do that, but I did not want to have to suck out all ICs if I had destroyed something during my experiments. Not the way I make circuit boards. I put a 4-pin female connector on the PCB to connect the display. In the original design there was an I2C RGB AdaFruit display used. In my opinion that is much too expensive (costs $25) for what it yields. In the software, the backlight is set to green when the tuner is idle (tuned), blue during tuning and red when the SWR is too high (because the tuner is not able to find a match). There are other ways to indicate the tuner status if I want to know. I still had 16x2 LCDs in stock from AliExpress, white with blue backlight. Very professional. Cost $1.35 at AliExpress, including shipping costs. I once ordered 3 pieces because I found it too embarrassing to have only one send from China... That came in handy, only those displays do not have I²C. Fortunately AliExpress has I²C adapters for only $0.59, which you can solder on a standard 16x2 display making it suitable for I²C. You still end up under $2. You can also order them as a set, with the adapter already soldered on the display. Then they cost just over $ 2 but you do not have to solder yourself. In my case, Gert PE0MGB had a spare adapter for me, so the choice was made quickly. I soldered the adapter on the display and temporarily put the display perpendicular in the socket on the PCB. The only thing left now was uploading the software to the Arduino. I downloaded the last known source code from Github, fiddled with the code for half an hour or so to embed all missing libraries and define all variables so that the compiler gave no more errors, told the code that I had no color display, and then it was time for the Smoke test. I connected the power

erop (nog zonder SWR bridge of relais aangesloten) en:

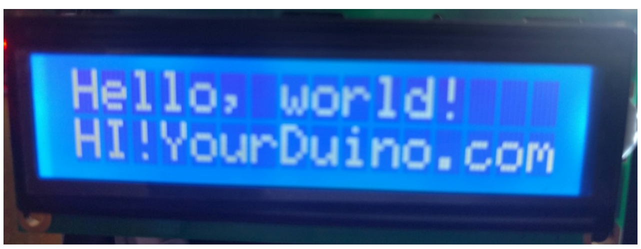
Blokjes.

Arduino programmeurs herkennen dat. Ergens zit iets fout, waardoor het display niet aangestuurd wordt. Of wel aangestuurd, maar niet goed. Mogelijke oorzaken:
- Arduino werkt niet
- $I^2C$ bus werkt niet
- SCL en SDA verwisseld
- $I^2C$ adres incorrect
- Adapter kapot
- Display kapot

De eerste drie mogelijkheden sloot ik uit door tijdelijk een $I^2C$ scanner programma in de Arduino te laden. Zo'n programma scant elke 5 seconden de $I^2C$-bus om te zien wat er allemaal aangesloten is. De scanner meldde 3 devices, en wel op adressen 0x21, 0x22 en 0x27. De $I^2C$ bus werkt dus. 21 en 22 Hex zijn de $I^2C$ extenders, dus is het display 0x27. Aha! In de software wordt uitgegaan van 0x20. Adres aangepast in de software, compileren en uploaden en:

Blokjes.

4 van de 6 opties uitgesloten. Blijven adapter en display over. Om dat uit te sluiten zocht ik met Google naar een testprogramma voor een monochroom $I^2C$ display. Dat vond ik, haalde dat door de compiler (maar 1 bibliotheek nodig) en blies dat in de Arduino. Spanning erop, en:




Hello World!

Adapter en display dus ook in orde: de display bibliotheek waar in het tuner programma naar verwezen wordt, werkt dus niet met dit display. Dus de display bibliotheek uit het testprogramma toegevoegd, en ziedaar: er was licht. Alles aan elkaar geknoopt (relaisbak, SWR bridge en stuurelektronica) en de K1 aangesloten voor de test. Key down, en klik-klik:

supply to the tuner (without VSWR bridge or relays connected) and:

Boxes.

Arduino programmers will recognize that. Somewhere something is wrong, so the display is not controlled. Or it is controlled, but incorrect. Possible causes:
- The Arduino is not functioning
- $I^2C$ bus is not functioning
- SCL and SDA swapped
- $I^2C$ address not correct
- Adapter defective
- Display defective

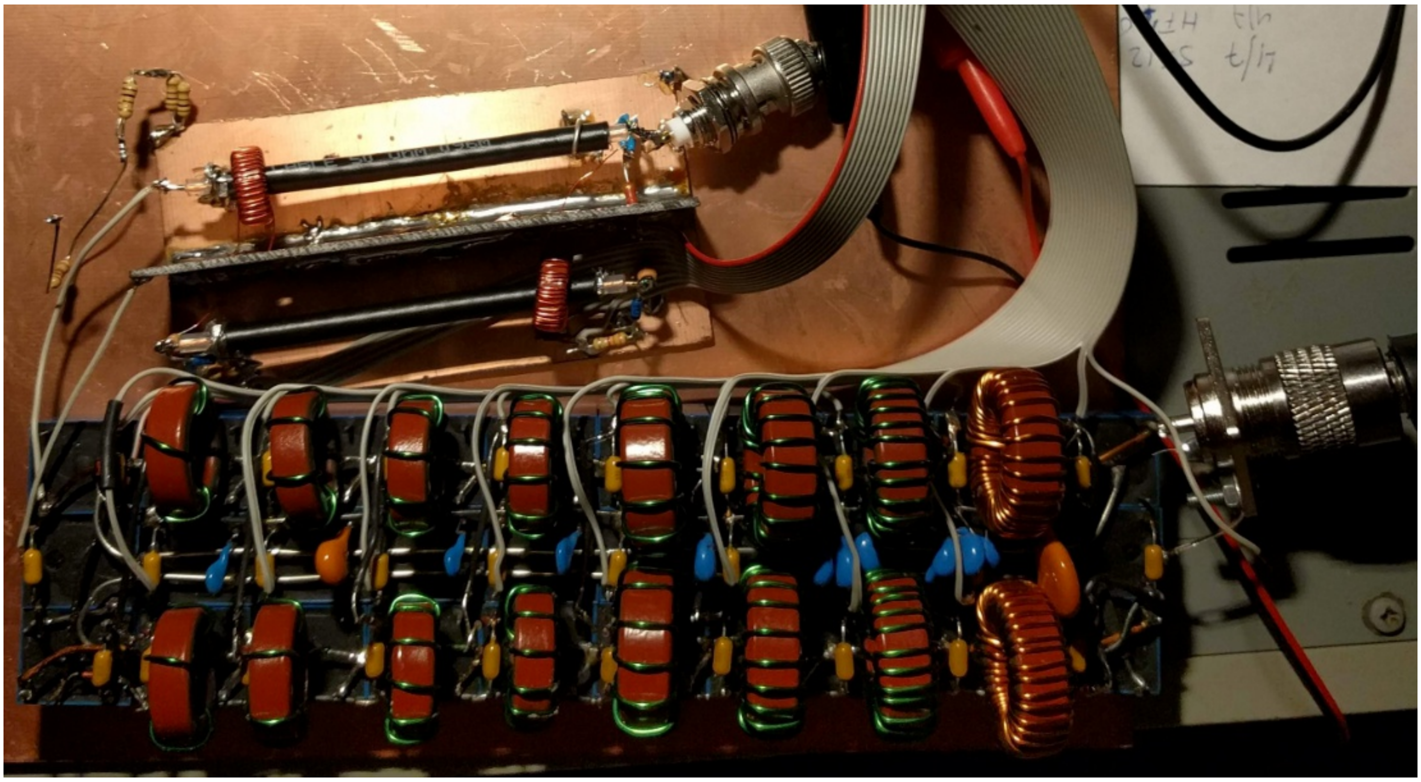
I eliminated the first three options by temporarily loading an $I^2C$ scanner program into the Arduino. Such a program scans the $I^2C$ bus every 5 seconds to see what is connected to the bus. The scanner reported 3 devices, at addresses 0x21, 0x22 and 0x27. So the $I^2C$ bus was functioning correct. 21 and 22 Hex are the addresses of the $I^2C$ extenders, so the display has to be 0x27. Ah! The software assumes 0x20 for the display. I changed the address in the code, compiled and uploaded the code and:

Boxes.

4 out of 6 options eliminated. What remains are the adapter and the display. To eliminate those options, I used Google to search for a test program for a monochrome $I^2C$ display. I found one, compiled it (it only required 1 library) and loaded that into the Arduino. Power on, and:

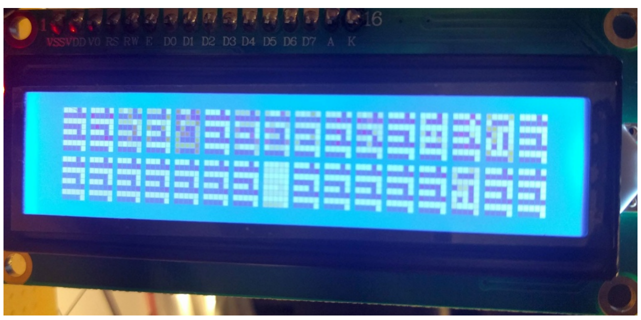
Hello World!

So the adapter and the display are also functioning correct: the display library referred to in the tuner program does not work with this display. So I added the display library from the test program, and Tadaa! There was light. I connected everything together (relays, VSWR bridge and control electronics) and I connected my K1 transceiver for the test. Key down, and



1:1 op 40m. Nu naar 30m en nog eens proberen. Dat ging helemaal de mist in. De relais bleven tientallen seconden lang ratelen en uiteindelijk sloeg het display op tilt en vertoonde de meest vreemde tekens, waarbij het tunen stopte. Na een reset probeerde ik 20m en die was bijna meteen 1:1. Maar ook 17m ging helemaal fout, vergelijkbaar met 30m. Omdat de tuner onthoudt wat zijn laatste stand was op een bepaalde band, bleven 40m en 20m daarna goed. Maar 30m en 17m waren vervolgens óf meteen 1:1, óf als ik met de universeelmeter aan de uitgang van de opamps meette, ging hij eindeloos staan tunen om vervolgens vast te lopen.

Metingen met de scoop lieten een enorm HF signaal zien op de ingangen van de LM358. Als gevolg daarvan bleef de Reverse sectie van de OpAmp op 0V hangen, en daarom veronderstelde hij een SWR van 1:1. De meetpennen van de universeelmeter of de scoop belastten de ingangen van de LM358 zodanig, dat er wél spanning uit de Reverse sectie kwam, waardoor hij ging tunen. Maar -



click-click: 1:1 on 40m. Switched to 30m and tried again. That went completely wrong. The relays kept rattling for dozens of seconds and eventually the display went nuts and showed the weirdest characters, while tuning stopped. After a reset I tried the 20m band and that was almost immediately 1:1. But 17m went also completely wrong, comparable to 30m. Because the tuner remembers what its last tuning position was on a certain band, 40m and 20m remained fine. But 30m and 17m were then either immediately 1:1, or if I measured with the digital multimeter at the output of the opamps, it tuned endlessly and then stalled.

Measurements with the scope showed a huge HF signal at the inputs of the LM358 OpAmp. As a result of that, the Reverse section of the OpAmp remained at 0V, and therefore the Arduino assumed a VSWR of 1:1. The measuring probes of the multimeter or the scope probes caused a load on the inputs of the LM358 in such a way that a voltage did come out of the Reverse section, causing it to start

waarschijnlijk door de hoge HF instraling - soms liep de OpAmp vast tegen de voeding, en dan ging de Arduino op tilt. Die kan echt niet tegen 12V op zijn analoge ingangen. Maar waarom greep de verzwakker dan niet in? Om het HF signaal extra te filteren, wijzigde ik het detectiecircuit naar het ontwerp van de Elecraft T1 tuner: in plaats van 10k zette ik 120k naar massa, en ik zette 3k3 in serie met de signaalleidingen voor Vf en Vr met een extra 10n naar massa daarachter. Maar hij bleef op tilt gaan.

Een blik op de software wierp licht op de zaak: de verzwakker wordt helemaal niet gebruikt! Nergens in de software worden de FETs aangestuurd. Die had ik dus net zo goed weg kunnen laten. Maar verder is er geen enkele bescherming tegen overspanning op de analoge ingangen. Ik voegde wat code toe om de verzwakkers aan te sturen als de spanning boven de 4,1V komt, en die weer uit te schakelen als de spanning gedurende 2 seconden onder de 0,75V blijft.

Intussen had ik het artikel in de RAZzies geschreven over SWR-bruggen. Dus wilde ik wat meten en rekenen aan deze brug. Het eerste wat bleek, is dat een T50-2 kern met 40 windingen veel te weinig zelfinductie heeft. En het tweede is dat de flux te hoog wordt op de lagere frequenties, zie de screenprint van de Mini Ring Core Calculator op de volgende bladzijde. Bij 3,5MHz is de reactantie van de spanningstransformator nog maar 172Ω en bij 1,8MHz is dat de helft. Ver onder de aanbevolen factor 4 ten opzichte van de 50Ω karakteristieke impedantie. De flux wordt 93 waar hij 80 mag zijn, en bij 1,81MHz zelfs 181 waar hij 112 mag zijn.

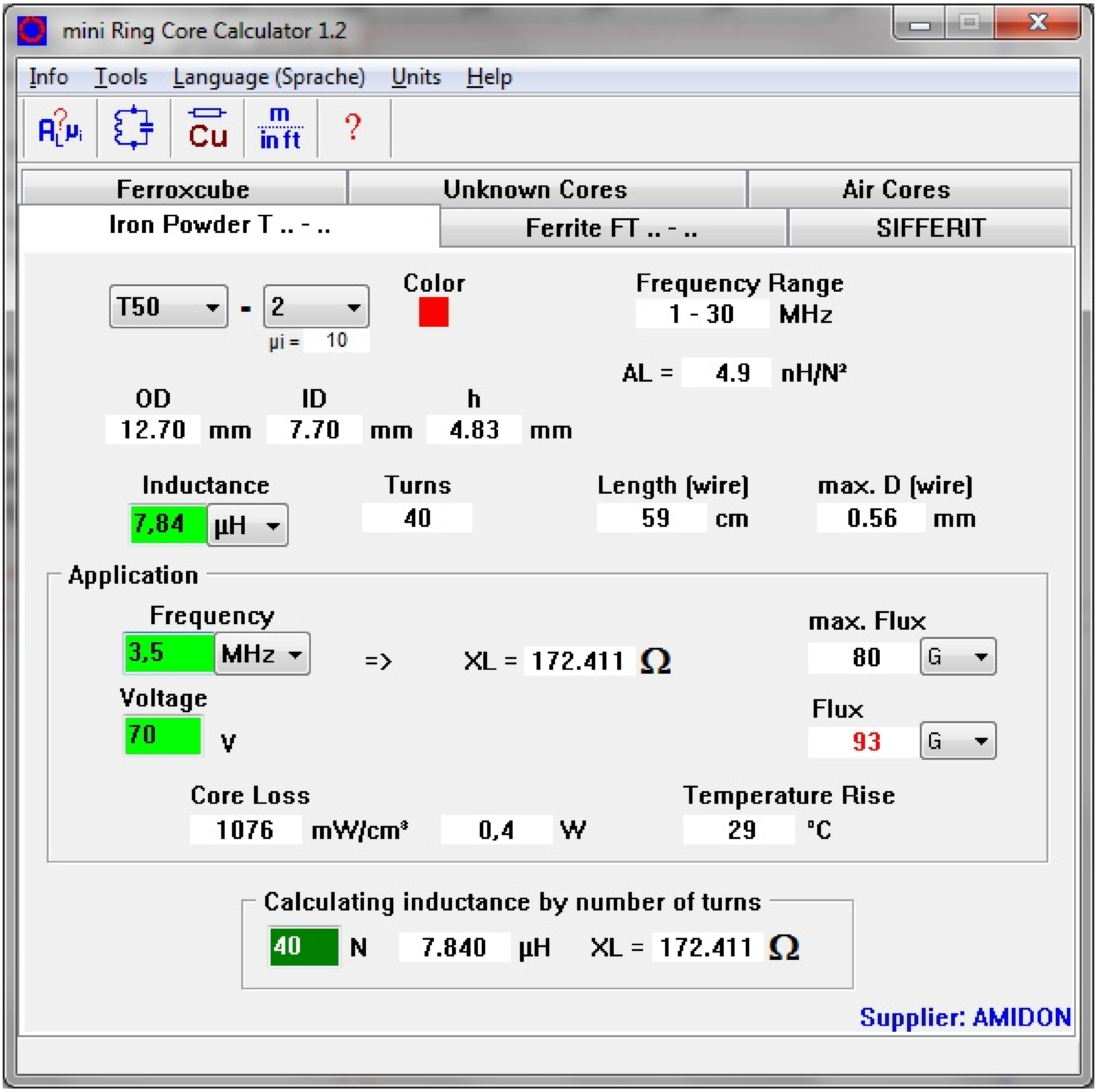
Ik besprak dat met Henny PA3HK en Gert PE0MGB, en Henny beaamde dat onmiddellijk: Poederijzerkernen zijn ongeschikt voor deze toepassing. Gert zei dan ook dat hij FT50-43 kernen had toegepast in plaats van T50-2 kernen. En dan met 20 windingen in plaats van 40. Maar nu ging ik twijfelen. Om te beginnen redden de FT50-43 kernen het ook niet, qua

tuning. But - probably as a result of the high HF field strength - sometimes the OpAmp clamped against the power supply, and then the Arduino crashed. It really does not like 12V on its analog inputs. But why didn't the attenuator intervene? In order to extra filter out the HF signal, I changed the detection circuit to the design of the Elecraft T1 tuner: instead of 10k I put 120k to ground, and I put 3k3 in series with the signal lines for Vf and Vr with an extra 10n capacitor to ground. But it kept going nuts.

A glance at the software shed light on the problem: the attenuator is not used at all! The FETs are not controlled anywhere in the software. I could just as well have left the FETs and accompanying components out. But anyhow, there is nowhere any protection against overvoltage at the analogue inputs at all. I added some code to control the attenuators in case the voltage exceeds 4.1V and switch the attenuator off again if the voltage remains below 0.75V for 2 seconds.

In the meantime I had written the article in the RAZzies about VSWR bridges. So I wanted to do some measurements and calculations on this bridge. The first thing that turned out is that a T50-2 core with 40 turns has far too little self-induction. And the second is that the flux becomes too high on the lower frequencies, see the screenprint of the Mini Ring Core Calculator on the next page. At 3.5MHz the reactance of the voltage transformer is only 172Ω and at 1.8MHz this is half. Far below the recommended factor of 4 compared to the 50Ω characteristic impedance. The flux becomes 93 where the maximum is 80, and at 1.81 MHz it rises to 181 where the maximum is 112.

I discussed that with Henny PA3HK and Gert PE0MGB, and Henny immediately agreed: Iron powder cores are unsuitable for this application. Gert told me that he had used FT50-43 (Ferrite) cores instead of T50-2 (iron powder) cores. And then with 20 turns instead of 40. But now I started to doubt. To start with, the FT50-43 cores also has a problem, in terms of flux. In addition




flux. Daarnaast neemt de spanning op de dioden in de brug toe bij minder windingen.

Een paar dagen later meldde Gert dat hij aan zijn brug gemeten had, en hij had 4,18V gemeten bij 100W. Dus besloot ik om ook eens aan mijn brug te meten voordat ik 'm op de schop ging nemen. Bij mij kwam er net iets minder dan 2V uit bij 100W. Dat kan kloppen met mijn dubbele hoeveelheid windingen ten opzichte van Gert's transformatoren. Sowieso is het voor de gevoeligheid van de brug beter om

to that, the voltage on the diodes in the bridge increases with fewer turns.

A few days later, Gert reported that he had measured his bridge, and he had measured 4.18V at 100W. So I decided to take a look at my bridge before I started taking it apart and change it. In my case I measured just under 2V when applying 100W. That makes sense considering my double amount of turns compared to Gert's transformers. In any case, it is better to use 20 turns because that increases

20 windingen toe te passen. En hoewel Henny PA3HK mij bezwoer dat een FT50-43 echt niet meteen gaten in je plafond maakt als je de flux over het maximum jaagt, was ik er niet gerust op. Dus lijmde ik twee FT50-43 kernen op elkaar om daar de spannings-transformator op te wikkelen. Daar komt immers de volle spanning naar het tuning gedeelte overheen te staan. De stroomtransformator kan wel op een enkele kern.



Zo gezegd zo gedaan: ik wikkelde nieuwe transformatoren op ferriet en schoof die over de coax kabeltjes. vervolgens 100W erdoor gejaagd richting de dummy en ziedaar: 4,46V op de Forward diode. Op de Reverse stond ongeveer 200mV. De reden dat mijn spanning wat hoger is dan bij Gert is vermoedelijk de belasting van de brug. Ik heb mijn weerstanden immers verhoogd naar 120k. De tuner vond het goed voor een 1.01 SWR aanwijzing. Feitelijk heb ik voor gebruik tot 100W dus geen verzwakker nodig. Ik pas de schakeldrempel aan naar 4,9V zodat hij bij normaal gebruik de verzwakker uit laat.

Maar hij sloeg nog steeds op tilt bij het tunen met de antenne eraan. Dus van stukken printplaat een afscherming gemaakt voor de SWR brug en deze voorzien van een deksel dat erop geschroefd kan worden, door moertjes in de hoeken te solderen. Op die manier kan ik er tenminste nog een beetje bij als dat zou moeten.

Inmiddels had ik bij Ali een fraai metalen kastje besteld voor $13, dat enigszins gebutst arriveerde. Gelukkig maar aan 1 kant, dus dat wordt de achterkant. Ik zaagde een stuk printplaat op maat als bodemplaat zodat ik alvast kon beginnen om daar de relais, SWR brug en Balun op te monteren. Oh ja, de balun.

the sensitivity of the bridge. And even though Henny PA3HK assured me that an FT50-43 core does not really make holes in your ceiling when you drive the flux over its maximum, I did not feel comfortable about it. So I glued two FT50-43 cores together to wind the voltage transformer on it. After all, the full voltage to the tuning part appears across the voltage transformer. The current transformer can be wound on a single core.

No sooner said than done: I wound new transformers on ferrite and slided them over the coax cables, then applied 100W with the dummy connected to the output and now I measured 4.46V on the Forward diode. On the Reverse diode was about 200mV. The reason that my voltage is somewhat higher than with Gert is probably the load on the bridge. Remember that I have increased my resistors to 120k. The tuner considered that a 1.01 VSWR indication. Actually I do not need an attenuator for use up to 100W. I adjusted the switching threshold to 4.9V so during normal use it is not enabling the attenuator.

But the tuner still went crazy while tuning with the antenna connected. So I made a shielded box from pieces of double sided PCB for the VSWR bridge and equipped it with a lid that can be screwed on, by soldering nuts in the corners. That way the contents of the shielded box are still reachable if I have to.

Meanwhile I had ordered a nice metal box at AliExpress for $13, which arrived somewhat dented. Fortunately only on one side, so that is going to be the back. I cut a piece of printed circuit board to serve as a base plate so that I could start to install the relays, VSWR bridge and the Balun. Oh yes, the balun. The balun

Die stond gespecificeerd als 18 windingen op een T130-2, maar ook die kwam niet door de keuring. 18 windingen op een T130-2 hebben een zelfinductie van 3,564uH en dat levert bij 3,5MHz een reactantie op van 78 Ohm. Kortom: die balun doet helemaal niets op 3,5MHz. Laat staan op 160m. Die is dus vervangen door een FT140-43, waar met enige moeite 8 windingen RG58 doorheen gingen. Die leveren een zelfinductie op van bijna 49uH en dat heeft op 3,5MHz een reactantie van 1,07k. Kijk, daar valt mee te werken.



Gert had mij ook verteld dat hij de laatste twee spoelen van de tuner vervangen had door luchtspoelen. Die T80-2 kernen hebben toch teveel zelfinductie voor de laagste waarden (80nH en 160nH). Met de T80 kernen werden deze nooit gebruikt, en met de luchtspoelen worden deze af en toe wél ingeschakeld, volgens Gert. Dus sloopte ik alsnog de laatste twee sets spoelen eruit om die te vervangen door luchtspoelen.

Omdat ik op de frontplaat ook nog 16 LEDs voor de status van de relais wilde hebben, soldeerde ik een extra 20-polige header op de print. Daar maakte ik meteen twee aansluitingen op voor twee extra LEDs: 1 die straks aangeeft dat het tunen niet gelukt is, en 1 die me laat zien dat de verzwakker is ingeschakeld en ik dus kennelijk meer dan 100W in de tuner sta te blazen.

En toen moest het mechanische werk gedaan. Ik ontwierp een frontje in FrontDesigner, en zaagde en boorde alle uitsparingen en gaten. Vervolgens deed ik hetzelfde met de achterkant, waar meer sprake was van een boormal dan van teksten en opschriften. Ik weet toch wel waar die paar pluggen voor dienen. Nou moet je voor piratenpluggen gaten maken van 15,5mm en mijn grootste boor is 14mm. Ik had speciaal voor dit project nieuwe 3, 6 en 10mm boren gekocht, omdat mijn borenset inmiddels zelfs geen gat meer in een pak boter krijgt. Die

was specified as 18 turns enamel wire on a T130-2 core, but that did not get the approval of my fellow HAMs. 18 turns on a T130-2 core have an induction of 3.564uH and this results in a reactance of 78 Ohms at 3.5MHz. In short: that balun has no effect at all at 3.5MHz. Let alone at 160m. So I replaced that by an FT140-43 core, where with some effort I managed to get 8 turns of RG58 coax through the core. That resulted in an induction of almost 49uH and that has a reactance of 1.07k at 3.5MHz. Much better. I can live with that.

Gert had also told me that he had replaced the last two T80-2 coils of the tuner with air cores. Those T80-2 cores still have too much inductance for the lowest values (80nH and 160nH). With the T80-2 cores these two values were never used during tuning, and with the air cores these are occasionally switched on, according to Gert. So finally I removed the last two sets of T80-2 cores to replace them with air cores.

Because I also wanted 16 LEDs on the front panel for the status of the relays, I soldered an extra 20-pole header on the PCB. On the header I assigned two pins for two additional LEDs: 1 that will indicate that the tuning was not successful, and 1 that shows me that the attenuator is switched on and I apparently are applying more than 100W to the tuner.

And then the mechanical work had to be done. I designed a front panel in FrontDesigner, and created all necessary holes and panel cuts. Then I did the same with the rear panel, where the design was more like a drilling template than text and inscriptions. I know for myself what the function of those connectors is. For UHF connectors you have to make holes of 15.5mm diameter and my biggest drill is 14mm. I had bought new 3, 6 and 10mm drills especially for this project, because my set of drills no longer even gets a hole in a pack of butter. The smaller

maakten dan ook feilloos de eerste gaten. Als laatste de 14mm boor door de drie gaten voor de piratenpluggen, en bij de derde ging het mis. De boor hapte, sloeg het metaal uit mijn handen (dat ik expres niet vasthield, maar aangedrukt, juist om kapotte vingers te voorkomen. Toch nog wat geleerd op de technische school...) en het metaal krulde zich als een stuk zilverpapier om de boorkolom. Na wat gebeden te hebben opgezegd, heb ik zo goed en zo kwaad als het ging de plooien teruggebogen en het verminkte gat platgeslagen met een hamer. Als je niet te dichtbij komt, kan die achterkant er wel weer mee door. De piratenpluggen gemonteerd, aansluitingen voor de symmetrische antenne geplaatst en de voedingsconnector op zijn plaats gezet.

drills made the first holes flawlessly. Finally the 14mm drill was used for the three holes for the UHF connectors, and the third went wrong. The drill bit into the metal, knocked the metal out of my hands (which I deliberately did not hold, but pressed, just to prevent broken fingers, I learned that at the technical school...) and the metal curled around the drill stand like a piece of aluminum foil. After saying some prayers not known in any religion, I bent back the folds in an effort to regain a flat rear panel, and smashed the mutilated hole with a hammer. If you do not get too close, the rear does not look bad at all. The UHF connectors were put into place, and the connections for the symmetrical antenna were placed and last but not least the power connector was put in place.



Om de opschriften op de frontplaat te krijgen, was nog wel een uitdaging. Normaal print ik dan op zelfklevend stickerpapier een frontplaat en plak deze op de ondergrond. Maar die was nu van fraai blauw hamerslag metaal en ik vond het zonde om daar gewoon papier overheen te plakken. Maar bij Conrad vond ik transparante zelfklevende folie voor inkjet printers (artikel-nummer 995595). Nou had ik slechte ervaringen met inkjet printers en overhead sheets die ik vroeger nog wel gebruikte om printen te maken: even een veeg over de folie en de inkt kwam eraf. Dus ik was nogal sceptisch over de

To get the inscriptions on the front panel was quite a challenge. Normally I print the front panel inscriptions on self-adhesive sticker paper and stick it on the surface. But the front panel in this case was of fine blue hammered metal and I thought it was a shame to stick plain paper over it. But at Conrad I found transparent self-adhesive film for inkjet printers (article number 995595). Well, I had rather bad experiences with inkjet printers and overhead sheets that I used to use to make PCBs: a slight swipe over the foil and the ink is coming off. So I was rather skeptical about the solution. But I ordered it

oplossing. Toch maar besteld en toen het binnen was, het ontwerp geprint op dit spul. Het hield verbazend goed. Volgens de gebruiksaanwijzing kan het niet tegen vocht, en daarom wordt geadviseerd om er een paar lagen blanke vernis overheen te spuiten. Maar dan moet je het wel eerst nog op de frontplaat aanbrengen. Ondanks dat ik toch af en toe per ongeluk over de letters wreef met aanbrengen van de folie, bleven ze netjes zitten. Ik kocht voor €8 een bus blanke spuitlak bij de Bouwhof (niet op waterbasis natuurlijk!) en bracht 3 lagen lak aan (na 2 uur droog, dus je kunt het in 1 dag doen. Wel buiten, want het spul stinkt behoorlijk). Het resultaat is boven verwachting. Je voelt de letters niet eens meer: ze vormen één geheel met de frontplaat.

anyway and when the foil arrived, I printed my design on the foil. The ink stuck amazingly good to the foil surface. According to the instructions, it can not withstand moisture, and therefore it is advised to spray a few layers of clear varnish over it. But then you have to put it on the front panel first. Despite the fact that I occasionally rubbed the letters by accident during the application of the foil, they stayed in place. For €8 I bought a can of transparent varnish at the local hardware store (not on water basis of course!) and applied 3 layers of varnish (dry after 2 hours, so you can finish it in 1 day, but spray outside, because the stuff smells terribly). The result is above expectations. You do not even feel the letters anymore: they appear to be embedded in the front panel.




Met een radeermesje werden de gaten voor de montage vrijgemaakt en daarna konden de knoppen, LEDs en het display gemonteerd. En daarna was het een kwestie van draden trekken.

The holes for mounting the controls and LEDs where cut out with a small knife, after which the buttons, LEDs and the display could be mounted. And then it was a matter of wiring.

Ik gebruikte twee ongebruikte aansluitingen van de Arduino om de stand van de antenneschakelaar uit te lezen, en paste de software aan zodat deze ook op het display weergegeven wordt. Het biedt me de mogelijkheid om de juiste tuning instellingen voor meerdere antennes op te slaan.

I used two unused I/O connections on the Arduino to read the position of the antenna switch, and altered the software in such a way that the antenna position is also shown on the display. It gives me the option to save the correct tuning settings for multiple antennas into memory.

Toen was het tijd om te testen. Ik begon in de

Then it was time to test. I started in the shack

shack met de antennekabel die naar de dipool gaat op de asymmetrische uitgang aan te sluiten. De kabel is een coax die voordat hij op de 2e verdieping door het raam naar buiten gaat, overgaat in een zelfgemaakte kippenladder. Zonder aanpassing, gewoon 1 op 1 op 40m. De tuner kreeg de antenne op de banden 160m-15m prima afgestemd. Alleen op 12m en 10m kwam hij er niet uit: hier was duidelijk weer een probleem met HF inwerking op de elektronica. Vervolgens de tuner boven geplaatst bij de overgang coax - kippenladder, nu in de stand symmetrisch. Ook nu ging het op de lage banden wel goed, maar vanaf 15m stikte hij erin. Terug naar de werkbank.

Op advies van Gert PE0MGB zette ik de MFJ949 achter de automatische antenne tuner. Nu kon ik gecontroleerd de SWR verpesten door de MFJ in de dummy stand te zetten, maar zo dat de tuner er nog tussen stond (keuzeknop in de meest linkse stand). Ik testte de tuner bij een aantal frequenties door deze eerst uit te schakelen waardoor de ingang met asymmetrische uitgang 1 verbonden werd, de SWR zo in te stellen dat deze ongeveer 1:6 was, daarna de tuner weer in te schakelen en te zien of hij wilde tunen. Toen ik bij 15m aangekomen was, deed zich een vreemd verschijnsel voor: het backlight van de LCD ging branden terwijl de voeding van de tuner nog uitgeschakeld was. En op 12 en 10 meter startte de tuner zelfs gewoon op en begon te tunen! Wat gebeurt hier?

Ik pakte het schema er nog eens bij en bestudeerde de relaisbesturing. En toen viel het muntje. Ik had de 100n condensatoren, die vanaf elke schakeldraad naar massa getekend staan, gewoon over de relaisspoel gezet, in de overtuiging dat deze voor het dempen van de EMK waren die vrijkomt bij het afschakelen van de stroom door een zelfinductie. Maar dat is helemaal hun functie niet. Wat ze wel moeten doen, is HF dat natuurlijk vlak langs de relaisspoel loopt en daar capacitief op overgedragen wordt, naar massa af laten vloeien. Dat gebeurde nu niet, met als gevolg dat het HF door de stuurdraden op de driver IC's

with connecting the antenna cable that is going to the dipole, to the asymmetrical output of the tuner. The cable is a coax cable that, before it goes out through the window on the second floor, is connected to a home-made ladder line. Without tuning the VSWR was just 1:1 on 40m. The tuner was able to tune the antenna on the bands 160m-15m just fine. but at 12m and 10m the tuner did not find a match: here was clearly a problem with HF interference on the electronics. Then I placed the tuner upstairs where the coax was connected to the ladder line, and switched to the symmetrical position. And now it went also well on the low bands, but at 15m and higher it crashed. Back to the workbench.

On the advice of Gert PE0MGB I connected my MFJ949 tuner to the output of the automatic antenna tuner. Now I could ruin the VSWR in a controlled manner by switching the MFJ to the dummy position, but in such a way that the tuner was still between input and dummy (selector in the leftmost position). I tested the tuner at a number of frequencies by first turning it off so that the input was connected to asymmetric output 1, setting the VSWR to approximately 1:6, then switching the tuner on again and see if it was able to tune. When I tested 15m, a strange phenomenon occurred: the backlight of the LCD came on while the tuner power was still turned off. And at 12 and 10 meters the tuner even started up and started tuning! What is happening here?

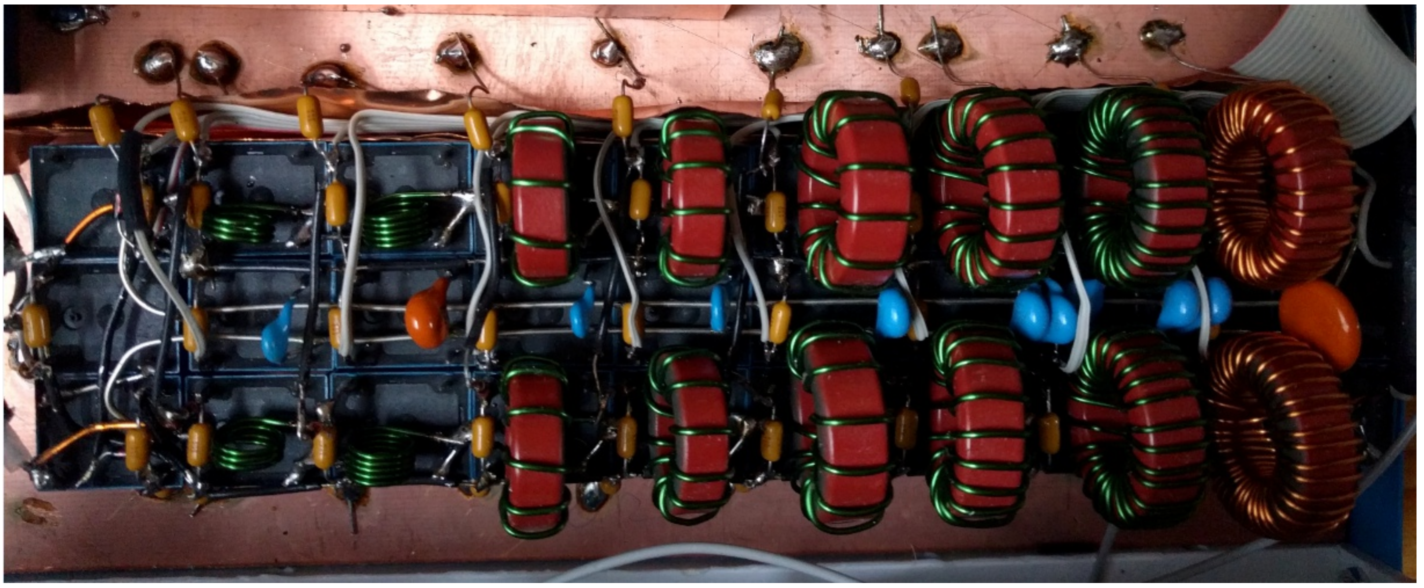
I had another look at the schematic diagram and studied the control of the relays. And then I saw the light. I soldered the 100n capacitors, which are drawn from each switch wire to ground, simply across the relay coils, assuming that these were for the attenuation of the EMK that is released when the current through an inductor is switched off. But that is not their function at all. What they have to do is short circuit any HF, which of course runs right alongside the relay coil and is capacitively transferred to it, to ground. That did not happen now, with as the result that the HF flows through the control wires to the driver ICs, is rectified by the protection

terecht komt, gelijkgericht wordt door de beveiligingsdioden, daarmee de 7805 gaat voeden en daardoor start de Arduino gewoon op alsof je de voeding ingeschakeld hebt...

diodes of the ICs, thereby providing power to the 7805 voltage regulator, and therefore the Arduino just starts up which has the same effect as switching on the power supply...

Ik zou dus eigenlijk alle condensatoren los moeten maken van de plus, en die kant op massa leggen. Maar dat was door de compacte opbouw vrijwel onmogelijk. Dus soldeerde ik van elke stuurdraad nog maar eens een extra condensator naar massa. Condensatoren genoeg.

So I would actually have to disconnect all capacitors from the positive supply voltage, and connect that side to ground. But that was virtually impossible due to the compact construction. So I soldered an additional capacitor from each control wire to ground. I have plenty capacitors.

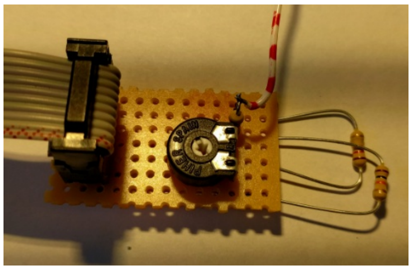


Het resultaat was bevredigend: nu ging de tuner niet meer spontaan werken vanaf 15m en bleef het display uit. Merk je dat dan niet als verlies? Jawel. Als mijn meters mij niet bedriegen, verlies ik vanaf 15m ongeveer 20% vermogen. Maar daar kan ik wel mee leven. Een verbinding die ik met 100W kan maken, maak ik met 80W ook nog wel. Waren de problemen nu opgelost?

The result was satisfactory: now the tuner no longer started working spontaneously at 15m and up, and the display remained off. But doesn't that cause loss of power? Yes. If my meters do not deceive me, I lose about 20% power at 15m and up. But I can live with that. A QSO that I can make with 100W, I also make with 80W. Were the problems solved now?

Nope. Vooral als ik de MFJ zo verstemde dat de tuner een lage impedantie zag, ging het fout als hij geen match kon vinden. Volgens de source code zou hij dan “Sorry No Match Found” moeten zeggen, maar het display werd dan helemaal gek met allemaal voorbijscrollende karakters en de tuner liep vast. Ik zette allemaal tekstjes in de code om uit te zoeken waar het probleem zat, en het leek in de display routine te zitten. Om dat te kunnen testen, maakte ik op aanraden van Chris PA0OKC een printje met een instelpotmeter die ik op de stuurprint

No. Especially when I detuned the MFJ in such a way that the tuner saw a low impedance, it went wrong if it could not find a match. According to the source code it would have to say "Sorry No Match Found", but instead the display went crazy with scrolling characters and the tuner stalled. I put various texts in the code to find out where the problem arouse, and it appeared to be in the display routine. To be able to test that, I made a small PCB with a trimmer potentiometer that I connected to the control board instead of the VSWR bridge, on the



aansloot in plaats van de SWR brug. Op die manier kon ik dan een slechte SWR simuleren zonder dat er HF op de tuner stond. Omdat ik vermoedde dat er misschien een spanningspiek optrad die de OpAmp tegen de 12V aanstuurt en waardoor de Arduino misschien op tilt ging, voegde ik twee van Chris PA0OKC geleende zeners van 5,1V toe aan de analoge ingangen A0 en A1 van de Arduino. Maar ook dat bood geen soelaas: als ik de SWR flink slecht maakte (>1:20) dan ging hij op tilt.

Ik paste het printje zodanig aan dat ik de REV spanning iets groter kon maken dan de FWD spanning. Dat gebeurt als het goed is nooit, maar tijdens testen is alles geoorloofd. Ik daaide de potmeter van de REV spanning langzaam op en tot een SWR van 1:10 gaf hij keurig na een hoop geratel “Sorry No Match Found”. De SWR brug is immers niet aangesloten dus hij kan schakelen wat hij wil, die spanning op de Arduino gaat nooit veranderen. Boven de 1:10 ging het steeds vaker mis, en met een SWR van >20 ging het bijna altijd fout. Er veranderde dus niets aan de FWD spanning, er stond geen HF op, alleen de REV werd langzaam opgedraaid. Het leek er dus op dat hoe hoger de REV is, hoe vaker het fout gaat. Dat wees toch weer op een software probleem...

advice of Chris PA0OKC. In that way I could simulate a bad VSWR without appying HF power to the tuner. Because I presumed that there might have been a voltage spike that drives the OpAmp against the 12V supply and which caused the Arduino to crash, I added two zener diodes of 5.1V, which I borrowed from Chris PA0OKC, to the analogue inputs A0 and A1 of the Arduino. But that did not solve the problem either: if I created a bad VSWR (> 1:20) then the Arduino crashed.

I modified the PCB in such a way that I could make the REV voltage slightly higher than the FWD voltage. This will never happen in practice, but everything is permitted during testing. I slowly turned up the potentiometer of the REV voltage and up to a VSWR of 1:10 he gave after a lot of rattling "Sorry No Match Found". After all, the VSWR bridge is not connected, so it can switch forever, but the voltage on the Arduino is never going to change. Above 1:10 it went increasingly wrong, and with a VSWR of >20 it almost always went wrong. So the FWD voltage never changed, there was no HF power applied, only the REV voltage was slowly increased. So it seemed that the higher the REV voltage, the more often it goes wrong. That actually indicates a software problem...

## De oplossing

Als je niet geïnteresseerd bent in software, sla deze paragraaf dan over, want nu wordt het wat ingewikkeld. Het is nooit makkelijk om andermans software te doorgronden. En deze software zeker niet, want er wordt gebruik gemaakt van een state machine en dan moet je goed kijken wat er op enig moment gebeurt. Om de SWR te kunnen simuleren, verbond ik op advies van Chris PA0OKC een potmeter met de REV ingang. Dat sloot meteen HF instraling uit, want het probleem bleef: bij lage SWR ging het goed, bij hoge SWR crashte hij. Mijn eerste idee was dat er met de berekening van de SWR iets misging, omdat het probleem afhankelijk leek

## The solution

If you are not interested in software, skip this paragraph, because things are going to get complicated now. It is never easy to understand someone else's software. And certainly not this software, because it uses a state machine and then you have to be very much aware of what happens at any moment. As I wrote before, I simulate the VSWR by connecting a potentiometer to the REV input of the Arduino on the advice of Chris PA0OKC. That immediately eliminated HF interference, because the problem remained: at low VSWR all went well, at high VSWR it crashed. My first idea was that something went wrong with the calculation of the

van de grootte van de SWR. Dus haalde ik de berekening tijdelijk even uit de broncode en zette de SWR vast op een constante waarde. Maar het probleem bleef. Maakte ik de SWR 5, dan ging het goed. Maakte ik ‘m 50, dan crashte hij. Het was dus niet de berekening.

Ik dacht toen aan typecasting. Dat is als je in de software een variabele van het ene type in het andere type verandert. En waarom zou je dat willen? Vanwege nauwkeurigheid bijvoorbeeld. Rekent een processor met integers, dan is 11 gedeeld door 4 gelijk aan 2. Want integers kennen geen cijfers achter de komma. Maar dat is voor een SWR niet handig. De spanning van zowel FWD als REV wordt door de Arduino afgeleverd als een integer getal van 0 tot 1023. Voor een SWR wil je toch wel een wat nauwkeuriger aanduiding, dus bouw je de integer om naar een floating point variabele. Die hebben wél cijfers achter de komma. Alleen gebruikt een integer 16 bits in het geheugen van een Arduino, maar een floating point 32 bits. Je kunt je voorstellen dat als je een fout maakt met het opbergen van een 32 bits variabele op een plek voor 16 bits, er van alles in de soep kan lopen. Dus controleerde ik alle typecasts maar hoewel ik er hier en daar wat twijfelgevallen uithaalde, loste geen van mijn aanpassingen het probleem op. En het gaf geen verklaring waarom de hoogte van de SWR invloed had op het probleem. Uiteindelijk vond ik in twee display routines een functie die een floating point variabele opslaan in een string variabele. Deze functie luidt:

```
dtostrf(floatvar,TotalLengthIncPoint,Decimals,Charbuf)
```

Stel, je hebt het getal 3,1415926. Als ik dat in een string wil stoppen, doe ik b.v.

```
dtostrf(3.1415926, 4, 2, Charbuf)
```

Na het aanroepen van de functie staat er in Charbuf 3.14. Maar als de floating point variabele groter is dan 10, klopt de functie aanroep niet meer. Een 10 met twee cijfers achter de komma heeft inclusief de komma een

VSWR, because the problem seemed to be dependent on the value of the VSWR. So I temporarily removed the calculation from the source code and set the VSWR to a constant value. But the problem remained. If I made the VSWR 5, then it went well. If I made it 50, then it crashed. So it was not the calculation.

Subsequently I suspected a typecasting problem. Typecasting is changing a variable from one type to another in the software. And why would you want that? For example because of accuracy. If a processor uses integer variables, then 11 divided by 4 equals 2. Because integers do not have decimal numbers. But that is not convenient for calculating VSWR. The voltage of both FWD and REV appear in the Arduino as an integer from 0 to 1023. For a VSWR you want a more accurate indication, so you can convert the integer into a floating point variable. Those variables do have decimal values. However, an integer uses 16 bits in the memory of an Arduino, but a floating point variable uses 32 bits. You can imagine that if you make a mistake with storing a 32-bit variable in a 16-bit location, you can break all sorts of things during program execution. So I checked all the typecasts, but although I had some doubts about a couple of locations in the software, none of my modifications to the code solved the problem. And it did not explain why the value of the VSWR did affect the problem. Finally, in two display routines I found a function that stores a floating point variable in a string variable. This function looks as follows:

```
dtostrf(floatvar,TotalLengthIncPoint,Decimals,Charbuf)
```

Suppose you have the number 3.1415926. If I want to convert that to a string, I may use:

```
dtostrf(3.1415926, 4, 2, Charbuf)
```

After the function call, the variable Charbuf contains 3.14. But if the floating point variabele is larger than 10, the function call is incorrect. The number 10 with two decimals plus the decimal point has a length of 5. What you have

lengte van 5. Waar je ook rekening mee moet houden, is dat een string afgesloten wordt met een 0. De lengte van Charbuf moet in dat geval gedefinieerd worden als minimaal 6: nn.nn plus een 0. Echter, in de display routine was er ruimte gereserveerd voor 5 karakters:

```
char workstring[5] = "";
```

En als je dan meer karakters wegschrijft, dan schrijf je over een stuk geheugen heen wat ergens anders voor gebruikt wordt, met onvoorspelbare resultaten tot gevolg. Nadat ik de ruimte voor de variabele had vergroot van 5 naar 8 was het probleem opgelost en liep hij niet meer vast.

## Tot slot

Nu alle problemen opgelost waren, kon het kastje dicht en de symmetrische antenne aangesloten. Nu stemt hij op alle banden af zonder crashes. Eenmaal gewend aan de automatische tuner is het toch wel makkelijk. Boven de 90W schakelt nu de verzwakker in, wat ik kan zien aan de LEDs op de voorkant van de tuner. Door de antenneschakelaar kan ik makkelijk kiezen tussen meerdere antennes en hij onthoudt de eerdere matches in het geheugen, wat het afstemmen vergemakkelijkt. Je kunt je afvragen waarom andere amateurs dan geen problemen hebben ervaren met deze toch wel serieuze bug, maar daar kunnen meerdere verklaringen voor zijn. Bijvoorbeeld dat de meeste amateurs antennes gebruiken die een betere SWR hebben dan 1:10. Dan kom je het probleem nooit tegen. Of dat men een eventuele crash wijdt aan RFI, zoals wij in het begin ook deden. Het verdient wel aanbeveling om de software aan te passen, want anders vraag je om moeilijkheden, alleen weet je niet welke. Mijn versie is uitgebreid met een uitlezing van de antenneschakelaar en aansturing van de verzwakker, naast correctie van de fouten in de display routines. Deze kan je downloaden van onze website. Het uiteindelijke schema van mijn versie vind je verderop in dit blad.

to take into account, is that a string is terminated with a trailing zero. The length of Charbuf in that case has to be defined for a length of 6 minimum: nn.nn plus a trailing 0. However, in the display routine there was a reservation for only 5 characters:

```
char workstring[5] = "";
```

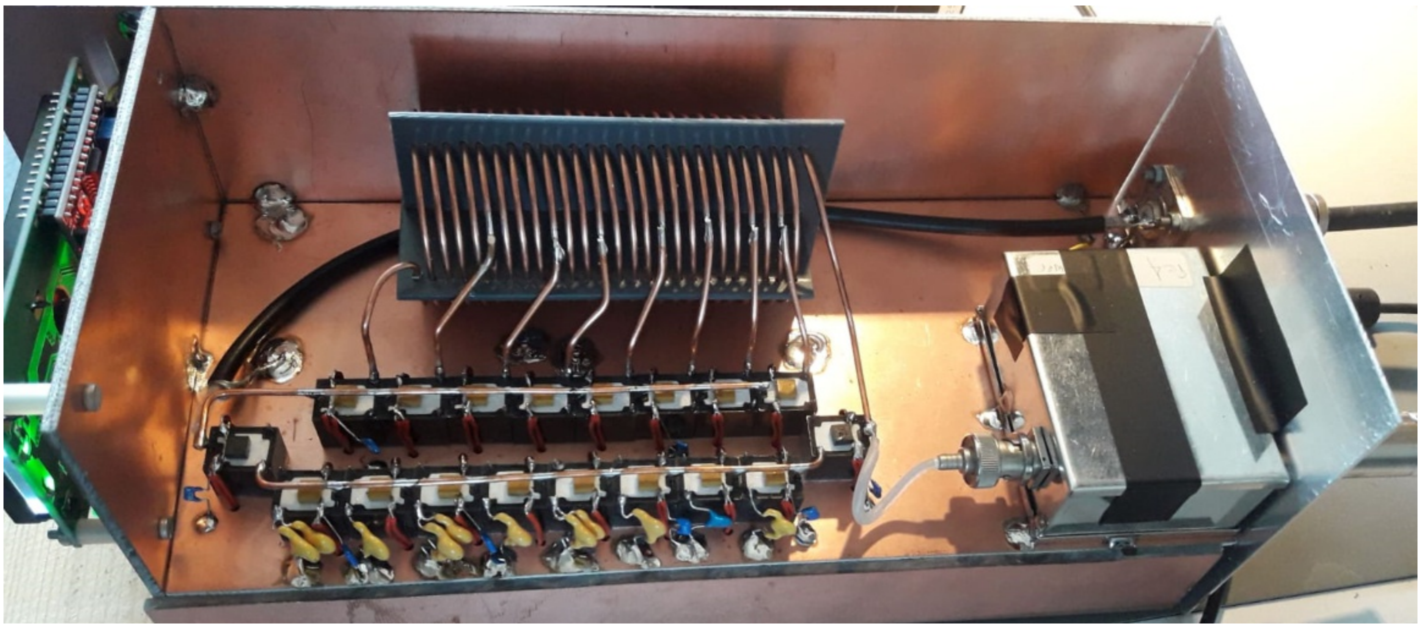
And if you write more characters to the string, you write into a piece of memory that is used elsewhere, with unpredictable behaviour as a result. After I had increased the size of the variable "workstring" from 5 to 8, the problem was solved and the tuner did not crash anymore.

## Epilogue

Now that all problems were solved, the enclosure could be closed and the symmetrical antenna connected. Now it tunes on all bands without crashing. Once used to the automatic antenna tuner, it is very comfortable indeed. Above 90W the attenuator engages, which I can see from the LEDs on the front panel of the tuner. With the antenna switch I can easily choose between multiple antennas and it remembers the previous matches in memory, which makes tuning easier. You may wonder why other amateurs have not experienced any problems with this rather serious bug, but there are several possible explanations for this. For example, most amateurs use antennas that have a better VSWR than 1:10. In that case you will never encounter the problem. Or one blames the crashing on RFI problems, as we did in the beginning. It is advisable to adapt the software, because otherwise you are asking for problems, only you do not know which ones. My version has been extended with a readout of the antenna switch position and the control of the attenuator, in addition to correction of the errors in the display routines. You can download my software version from our club website. The final schematic diagram of my version can be found later in this magazine.

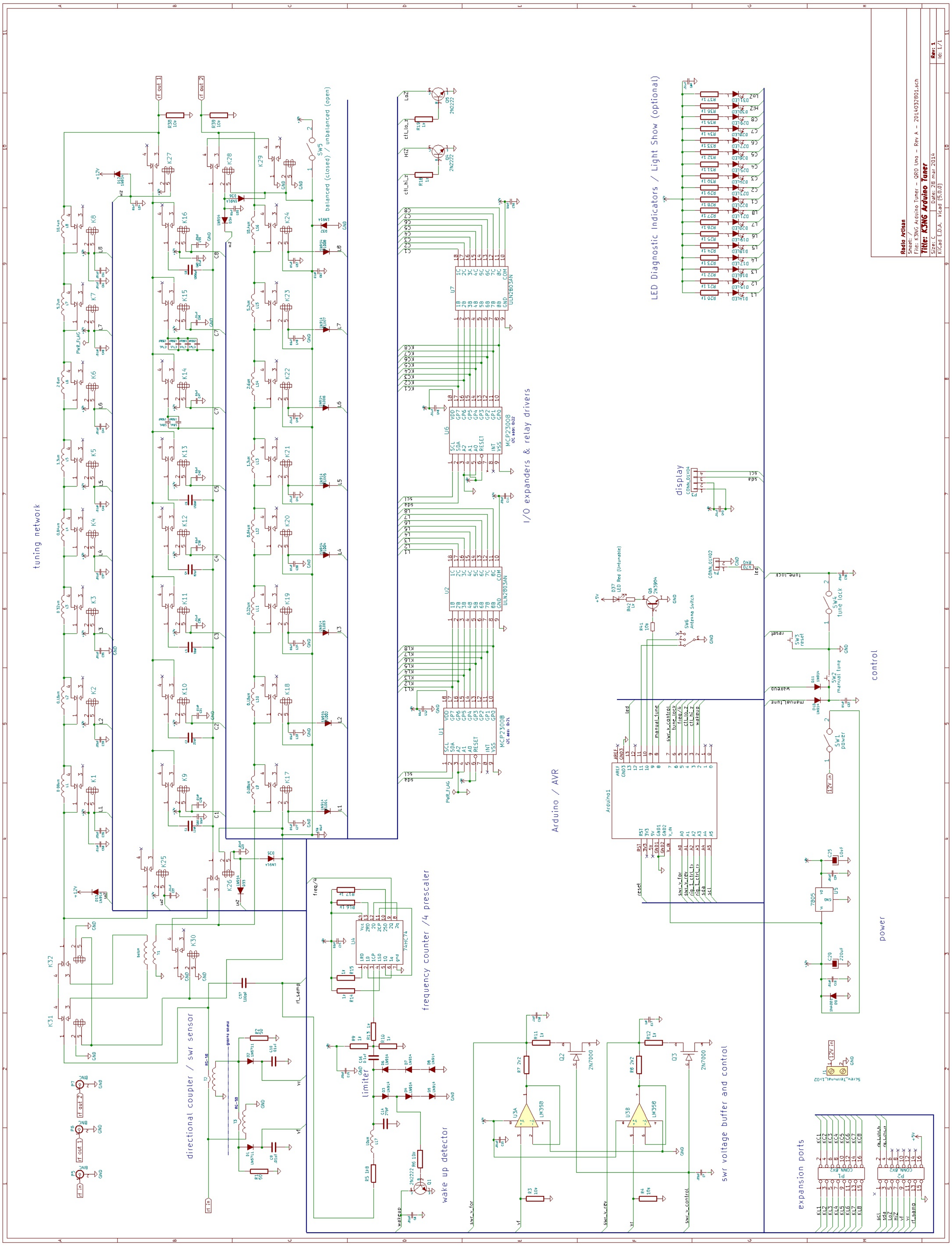
Als je op internet zoekt naar de K3NG antennetuner, zal je zien dat er amateurs zijn die printen voor dit project hebben ontworpen. Printen zijn handig, maar leveren doorgaans meer verliezen op. Het kan lonen om naar wat betere relais te kijken dan die ik gebruikt heb. Want die waren wel goedkoop, maar of die nou zo geschikt zijn voor HF: de verliezen suggereren van niet, dus daar kan je nog wat winst behalen op de hogere banden. Chris PA0OKC gebruikte een andere benadering: hij bouwde de tuner uitsluitend asymmetrisch, maar koos ervoor om een spoel met aftakkingen te gebruiken, zie foto. Op die manier is er maar altijd 1 relais opgenomen in de signaalweg en dat scheelt in de verliezen.

If you search the Internet for the K3NG antenna tuner, you will see that there are amateurs who have designed printed circuit boards for this project. PCBs are handy, but usually yields more HF losses. It may be worthwhile to look for some better relays than the ones I have used. Because they were dirt cheap indeed, but whether they are so suitable for HF: the losses at 15m and up prove they're not, so you can get some improvements on the higher bands. Chris PA0OKC used a different approach: he built the tuner for asymmetrical use only, but chose to use a coil with taps, see the picture below. In this way, there is always only 1 relay used in the signal path and that means there is a lot less loss.



Ik heb ervoor gekozen om de tuner zo compact mogelijk op te bouwen met de spoelen en condensatoren direct op de relais gesoldeerd. De performance van de tuner is voor mij ruim voldoende, en ik gebruik momenteel niet anders meer. Een waarschuwing is wel op zijn plaats: dit is geen beginnersproject, ook al door het gebrek aan printen. Begin er niet aan als je geen enkele (HF) bouwervaring hebt en enige kennis van het programmeren van Arduino's. Voor vragen mag je altijd mailen, maar als je de antwoorden niet snapt schiet het niet op. Aan de andere kant zijn de serieuze fouten er wel uit, dus als je niet al te slechte relais koopt en niet teveel fouten maakt bij het bouwen, is het best te doen.

I have chosen to build the tuner as compact as possible with the inductors and capacitors soldered directly on the relays. The performance of the tuner is more than sufficient for me, and I currently don't use anything else. But let me give you a warning: this is not a beginners project, one of the challenges being the lack of available PCBs. Do not start with this project if you do not have any (HF) building experience and have some knowledge of Arduino programming. For questions you can always mail me, but if you do not understand the answers it does not help you. On the other hand, the most serious errors have been eliminated, so if you do not buy too bad relays and do not make too many mistakes when building, it is a feasable project.




**Uiteindelijke schema. Klik voor download** **Final schemic diagram. Click for download**

## Aanpassingen t.o.v. het originele project

**Hardware:**
- Balun vervangen door FT140-43 met 8 windingen
- Balun bypass met relais t.b.v. asymmetrische antennes
- Laatste twee spoelsets vervangen door luchtspoelen
- Kernen in de bridge vervangen door FT50-43
- Aantal windingen van de spanningstrans-formator in de bridge verkleind van 40 naar 20
- Extra output op Arduino gebruikt voor aansturen No Tune LED
- Extra transistor met LED toegevoegd voor indicatie van de verzwakker
- Twee Arduino inputs gebruikt voor uitlezen antenne schakelaar
- Antenneschakelaar toegevoegd

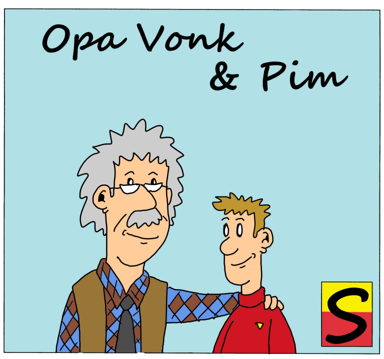
**Software**
- Bug uit display routine gehaald
- Code toegevoegd zodat antenne schakelaar positie weergegeven wordt
- Code toegevoegd voor het aansturen van de verzwakker

## Modifications as compared to the original project

**Hardware:**
- Replaced Balun by a FT140-43 with 8 turns
- Added Balun bypass with relays for use with asymmetrical antennas
- Replaced the last two core sets by air cores
- Replaced the cores in the bridge by FT50-43
- Reduced the number of turns of the voltage transformer in the bridge from 40 to 20
- Used an extra output on the Arduino for driving a LED indicating the Untunable status
- Added an extra transistor with LED for indicating the attenuator status
- Used two Arduino inputs for reading the position of the antenna switch
- Added an Antenna switch

**Software**
- Solved bug in display routine which caused the tuner to crash at VSWR >= 10
- Added code to read the position of the antenna switch
- Added code for controlling the attenuator when the bridge output approaches +5V

---




Pim keek op van een technisch artikel dat hij zat te lezen in een van zijn Opa's vakbladen, en vroeg: "Opa, wat is het verschil tussen Frequency Hopping en Spread Spectum?" Opa keek op van zijn soldeerklusje, en zei: "Dat is er niet. Dat wil zeggen: Frequency Hopping is een vorm van Spread Spectrum. De twee meest gebruikte soorten Spread Spectrum technologie zijn Frequency Hopping Spread Spectrum (FHSS) en Direct Sequence Spread Spectrum (DSSS). Bij FHSS springt de zender heen en weer tussen een aantal smalband frequenties die binnen een gespecificeerd breed kanaal liggen, in een pseudo-willekeurige volgorde die bij zowel de zender als de ontvanger bekend is. Er wordt dan kort een hoeveelheid gegevens uitgezonden op een geselecteerd smalband kanaal, waarna de zender en de ontvanger afstemmen op de volgende frequentie in de gekozen volgorde, voor het versturen van het volgende plukje gegevens. In de meeste systemen springt de zender meer dan twee keer per seconde naar een volgende frequentie. Omdat geen enkele frequentie lang gebruikt wordt, en de kans dat een andere zender op dezelfde tijd op dezelfde frequentie zit klein is, wordt FHSS vaak gebruikt als middel om meerdere zender/ontvangerparen op dezelfde tijd in hetzelfde breedband kanaal te laten werken. WiFi werkt op die manier. Wat ook

betekent dat als je het aantal zender/ ontvangerparen maar groot genoeg maakt, er uiteindelijk heus wel een probleem gaat optreden. Bijvoorbeeld in een flatgebouw waarin in elk appartement wel een draadloos toegangspunt staat.

Direct sequence spread spectrum (DSSS) is een verwante techniek. Ook daarbij wordt een signaal over een breed kanaal verspreid, maar daar gebeurt het tegelijk in plaats van in aparte uitzendingen op een bepaalde frequenties gescheiden door de sprongetjes. Er kan meer data verstuurd worden met DSSS, maar DSSS is gevoeliger voor storing en minder effectief dan de FHSS methode.

Breedband spectrum wordt gereguleerd door de overheid en die schrijven vaak een aantal aspecten van het gedrag van FHSS voor. Bijvoorbeeld in Amerika is de Industrial, Scientific en Medical (ISM) band verdeeld in 75 hopping kanalen, en degene die er gebruik van maakt mag nooit meer dan 1W vermogen gebruiken op elk van deze kanalen. Die beperkingen zorgen ervoor dat een enkel apparaat niet teveel bandbreedte gebruikt en niet teveel op een enkele frequentie blijft hangen.

Het idee achter FHSS is in de 20e eeuw een aantal keren ontdekt en weer herontdekt. Het concept werd allereerst op schrift gezet in 1908 -- door de Duitser Johannes Zenneck. Maar het echte praktische gebruik van FHSS is toe te schrijven aan de actrice Hedy Lamarr, die samen met componist George Antheil werkte om de techniek bruikbaar te maken tijdens de tweede wereldoorlog.

Het synchroniseren van een FHSS signaal is niet zo moeilijk. Als ontvanger kies je een kanaaltje uit waar je op gaat luisteren, en op het moment dat daar signaal verschijnt weet je waar de zender is in zijn volgorde. Vanaf dat moment volgt de ontvanger de zender. Zender en ontvanger moeten het natuurlijk wel eens zijn over de volgorde van de gebruikte kanalen.

DSSS werkt een beetje moeilijker. Bij DSSS verschuift een sinus pseudo-willekeurig in fase met een continue reeks pseudoruis (PN, van Pseudo Noise) code symbolen die "chips" genoemd worden, en die elk veel korter duren dan een informatiebit. Dus in feite moduleert een informatiebit een reeks veel snellere chips. Daarom is de chip rate veel hoger dan de bitrate van het informatiesignaal.

DSSS gebruikt een signaalstructuur waarbij de volgorde van de chips die door de zender geproduceerd worden, al bekend is bij de ontvanger. De ontvanger kan dan dezelfde PN volgorde gebruiken om het effect van de PN volgorde in het ontvangen signaal te compenseren waardoor het informatiesignaal weer gereconstrueerd kan worden.

DSSS zenders vermenigvuldigen het uit te zenden signaal met een "ruis"-signaal. Dit ruissignaal is een pseudowillekeurige volgorde van 1 en −1 waardes; en dat op een frequentie die veel hoger ligt dan van het originele signaal.

Het resulterende signaal lijkt op witte ruis, zoals een geluidsopname van "statische" storing. Echter, dit op ruis gelijkende signaal wordt gebruikt om aan de ontvangstkant het originele datasignaal weer precies te reconstrueren, door het signaal met dezelfde pseudowillekeurige volgorde te vermenigvuldigen (omdat $1 \times 1 = 1$, en $-1 \times -1 = 1$). Dit proces, bekend als "de-spreading", vormt wiskundig een correlatie van de verzonden PN-reeks met de PN-reeks waarvan de ontvanger al weet dat de zender deze gebruikt.

Het resulterende effect van het verbeteren van de signaalruisverhouding op het kanaal wordt procesversterking genoemd. Dit effect kan groter worden gemaakt door een langere PN-reeks en meer chips per bit te gebruiken, maar fysieke apparaten die worden gebruikt voor het genereren van de PN-reeks leggen praktische beperkingen op aan de haalbare verwerkings-versterking.

Hoewel voor een bruikbare procesversterking het uitgezonden DSSS-signaal een veel grotere bandbreedte moet innemen dan eenvoudige amplitudemodulatie van het oorspronkelijke signaal alleen zou vereisen, kan het frequentiespectrum enigszins worden beperkt om zo wat zuiniger met het spectrum om te gaan, door een conventioneel analoog banddoorlaatfilter een ongeveer klokvormige doorlaat te geven, gecentreerd op de draaggolffrequentie. In tegenstelling daarmee vereist FHSS, dat pseudo-willekeurig de draaggolf in frequentie verandert in plaats van het toevoegen van pseudo-willekeurige ruis aan de data zoals DSSS doet, een rechte doorlaat, aangezien elke wijziging van de bandbreedte amplitudemodulatie van het signaal door de hoppingcode zou veroorzaken. (Komt immers een hopping kanaal op de flank van het bandfilter terecht, dan zal dat zwakker doorkomen. En een wijziging in sterkte is amplitudemodulatie.)

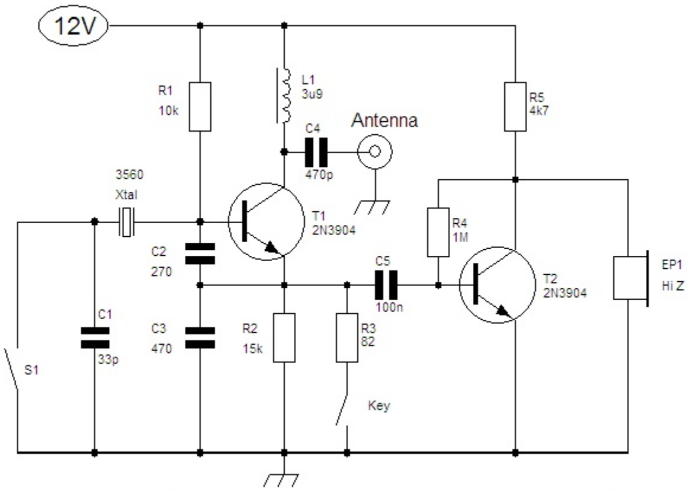
Als een ongewenste zender op hetzelfde kanaal zit, maar met een andere PN-reeks (of helemaal geen reeks), dan heeft het de-spreadingproces een verminderde verwerkingsversterking voor dat signaal. Dit effect is de basis voor de code-division multiple access (CDMA) eigenschap van DSSS, waardoor meerdere zenders hetzelfde kanaal kunnen delen binnen de limieten van de kruiscorrelatie-eigenschappen van hun PN-reeksen. (in het Nederlands: hoe meer de PN reeksen van elkaar verschillen, hoe minder last ze van elkaar hebben)

Ik zet nog even wat voor- en nadelen van de verschillende methodes op een rijtje", besloot Opa, die zijn kleinzoon alweer moeilijke gezichten zag trekken na deze monoloog. "Hier heb je een overzicht", zei Opa, die een uitgeprint spreadsheet aan Pim gaf. "Geweldig Opa!", zei Pim. "Nou kan ik tenminste aan mijn netwerk docent uitleggen dat Spread Spectrum een verzamelnaam is voor Frequency Hopping en Direct Sequence technieken en hoe het werkt!" Opa keek keek met een frons op naar Pim. "Dat zou hij hebben moeten weten", bromde hij...

| FHSS | DSSS |
|---|---|
| FH systemen gebruiken een draaggolf die van frequentie naar frequentie “hopt” volgens een patroon dat bij zowel de zender als de ontvanger bekend is | DS systemen gebruiken een draaggolf die vaststaat in een bepaalde frequentie band |
| Een breed stuk bandbreedte wordt onderverdeeld in veel mogelijke vaste zendfrequenties (kanalen). | Het data signaal wordt verspreid over een veel groter frequentiegebied (maar met veel minder vermogen) door gebruik van een speciaal codeerschema. |
| Frequenties zijn willekeurig | Frequentie is constant |
| Data is constant | Data is willekeurig |
| Goed bestand tegen storing | Minder bestand tegen storing |
| Beperkte doorvoersnelheid (2-3 Mbps @ 2.4 GHz) | Veel hogere doorvoersnelheid dan FH (11 Mbps) |
| Het breedband signaal wordt gegenereerd door de draaggolf te laten verspringen (frequency hopping) | Het breedband signaal wordt direct gegenereerd door de draaggolf met de code te moduleren (direct sequence) |
| Apparaten die gebruik maken van Frequency-hopping gebruiken minder energie en zijn goedkoper | De prestaties van DS systemen zijn meestal beter en betrouwbaarder |
| FHSS is veel beter bestand tegen storing door Bluetooth apparaten. | Hoewel de bandbreedte efficiency afneemt, neemt de betrouwbaarheid, integriteit en beveiliging toe. |
| FHSS systemen werken met SNR (Signal to Noise Ratio) signalen van ongeveer 18 dB | DSSS systemen, vanwege de meer efficiente modulatie techniek (PSK), kunnen al werken met een SNR van 12 dB (een S-punt beter dan FHSS) |
| FHSS spreidt het signaal door van de ene naar de andere frequentie te hoppen over een bandbreedte van 83 MHz. | DSSS spreidt het signaal door redundante bits toe te voegen voor het uitgezonden wordt, wat het signaal verspreidt over 22 MHz |
| Op een andere ontvanger lijkt FHSS op kortdurende impulsstoring. Dus neemt de data beveiliging toe | Voor een andere DSSS ontvanger lijkt het signaal op laagvermogen witte ruis en wordt uitgefilterd |

## XBM80-2 QRP transceiver

Ondanks alle mogelijkheden van de moderne SDR transceivers gaat er voor mij niets boven het maken van verbindingen met eenvoudige middelen en weinig vermogen. Dat het met weinig middelen kan, laat Roger Lapthorn, **G3XBM**, zien met een QRP transceiver die bestaat uit slechts 14 onderdeeltjes en een kristal oortelefoon. Deze experimentele CW transceiver voor 80m is gebaseerd op ideeën van Roger's eerdere XBM80 ontwerp, en ontwerpen van PY2OHH en K4TWJ. De naam XMB80-2 is ontleend aan Roger's call, 80m en 2 transistoren...




**Experimental 80m CW Transceiver XBM80-2 (Rev E)**

De schakeling gebruikt een eenvoudige Colpitts VXO die ongeveer 120mW produceert met ingedrukte sleutel. Bij ontvangst wordt het laagfrequent afgenomen over de 15k emitter-weerstand (kan misschien nog een beetje hoger om het uitgestraalde vermogen tijdens ontvangst verder te beperken) en dit wordt versterkt in een enkele versterkertrap. Het uitgangssignaal wordt toegevoerd aan een kristal oortelefoon. Dat moet echt een kristal oortelefoon zijn, om de transistor niet teveel te belasten en er nog een beetje efficiëncy uit te halen. Oldtimers hebben zo'n ding nog wel (ik dus ook...), maar nieuw is er steeds moeilijker aan te komen.



Tot voor kort verkocht Conrad die dingen onder nummer 387576, maar inmiddels staat er "uitverkocht" op de site. Met een beetje Googlen vind je ze nog wel op eBay of Amazon, maar waar die dingen vroege nog geen €3 kostten, vragen ze er nu rustig $9 voor, en dan moeten ze nog verzonden worden. Kijk eens uit naar die dingen op een radiobeurs... Kan je er echt niet meer aankomen, zet er dan een emittervolger achter: dan kan je waarschijnlijk ook nog wel een moderne oortelefoon gebruiken.

De gevoeligheid van de transceiver is niet precies gemeten en hangt dus mede af van de gebruikte oortelefoon, maar Roger was in staat om op de laagste stand van zijn meetzender en nog 10dB extra demping ertussen, het signaal te horen.

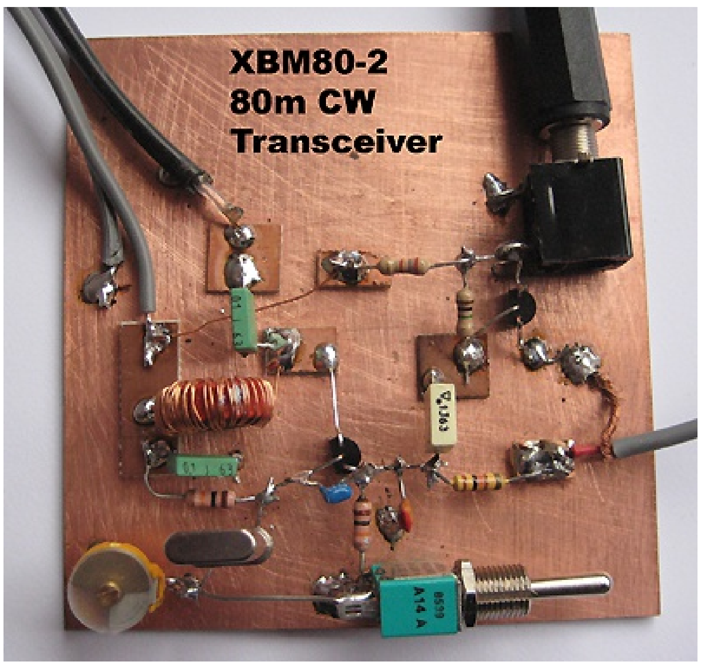
Het verschil tussen zenden en ontvangen, nodig om je tegenstation te kunnen horen als hij zero-beat voor je terugkomt, is ongeveer 400Hz. Dat is wat aan de lage kant, maar kan vergroot worden door de condensator in serie met het kristal kort te sluiten. C1 is een vaste condensator die zo gekozen is dat hij 400-800Hz verschil geeft tussen het openen of sluiten van schakelaar S1. In Roger's geval was 33pF het best en gaf ongeveer 600Hz verschil.

## De werking

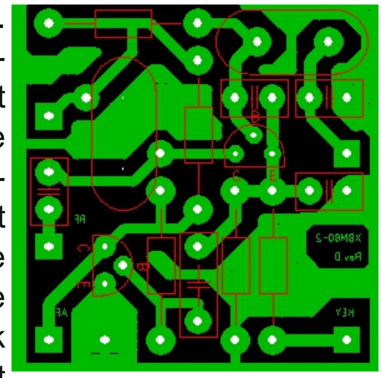
De manier waarop de onderdelen voor zowel zenden als ontvangen gebruikt worden, maken dit schakelingetje tot een verbluffend staaltje techniek. Tijdens ontvangst staat T1 op een laag pitje te oscilleren. Omdat wat er op de collector gebeurt, ook in de emitter gebeurt (de emitterstroom is immers de som van de basisstroom en de collectorstroom), mengt de transistor zijn eigen oscillatorsignaal met het antennesignaal. het resultaat is dat op de emitter zowel het som- als het verschilsignaal verschijnt. Het somsignaal is een dikke 7MHz en die hoor je niet, maar het verschilsignaal is dus

de eerder besproken 600Hz en die hoor je wél. Het signaal wordt vervolgens versterkt door T2 en daardoor hoorbaar in de oortelefoon. Merk hierbij op dat tijdens ontvangst T1 staat te oscilleren, en dat signaal komt via de collector dus ook op de antenne terecht! Stations in je buurt horen dus een onafgebroken fluittoon als jij zit te luisteren. Maar voor CW is een mengsignaal nou eenmaal onmisbaar.

Door het indrukken van de seinsleutel komt er aan weerstand R2 van 15k nog eens 82Ω parallel te staan. Hierdoor neemt de stroom door T1 dus flink toe en dat zorgt ervoor dat hij zijn 120mW gaat leveren aan de antenne. Door de veranderende eigenschappen van de transistor als gevolg van de hogere emitterstroom schuift de frequentie ook iets op, maar niet genoeg voor een prettige ontvangsttoon, vandaar schakelaar S1. Feitelijk maakt T1 dus amplitudesprongen van heel laag naar wat hoger vermogen, maar vermogen leveren doet hij altijd.




De experimentele opstelling zie je in de linkerkolom. Op deze manier is de transceiver makkelijk op de bouwen op een stukje dubbelzijdig printplaat. Via het grijze snoer helemaal links wordt de voedingsspanning toegevoerd. Meteen daarnaast zie je de coax naar de antenne. De connector rechts boven is voor de oortelefoon, en daaronder gaat het afgeschermde draadje naar de seinsleutel. Maar het kan natuurlijk ook op een echt printje: hier rechts zie je een mogelijk ontwerp dat je kunt gebruiken om de transceiver op te bouwen. Persoonlijk geef ik voor dit soort eenvoudige ontwerpen de voorkeur aan een stuk dubbelzijdig printplaat.



En dan de resultaten. Mike Rainey AA1TJ bouwde de transceiver na, en bracht tevens wat modificaties aan. Mike gebruikte de LF versterker T2 helemaal niet, maar verving die door een LF transformator van hoog naar laag, waardoor hij zijn 600Ω koptelefoon direct aan kon sluiten. En in plaats van de 10uH smoorspoel in de collector gebruikte Mike een afgestemde kring (3,5 - 6uH met verstelbare kern) met een secundaire wikkeling om het vermogen af te nemen. Daar zette hij nog een bandfilter achter, en na het iets terugschroeven van de voedingsspanning bleef er 80mW over bij zenden, en 360uW bij ontvangst. Goed genoeg voor een aantal QSO's over zo'n 250km! Roger hoorde zijn eigen set terug via de SDR van Twente, goed voor zo'n 430km. Dus probeer het eens en verbaas je wat je kunt met 100mW!




# Afdelingsnieuws

## Uitslag kerstpuzzel

We hebben veel positieve reacties gehad op onze kerstpuzzel, dus eigenlijk schept dat verplichtingen HI... In het totaal ontvingen we 34 inzendingen, waarvan er 33 correct waren. De oplossing was "Een vonkenboer is een telegrafist". Voor de trekking hebben we notaris Pérez te Voorschoten bereid gevonden om deze voor ons te verrichten; vandaar ook de zeldzame advertentie in ons blad. De uitslag van de trekking is als volgt:

1. Marco Geels PE1BR
2. Jo Tops PA3TOP
3. Ton de Zeeuw PD2USA

Allen natuurlijk van harte gefeliciteerd. De bon hebben jullie waarschijnlijk al ontvangen en anders is deze onderweg.

## APRS bouwpakketten

Inmiddels zijn ook de APRS en eindtrap bouwpakketten binnengekomen, en deze zijn door een aantal amateurs al afgehaald. De rest is met de post verzonden. Uiteraard hopen we binnenkort de bouwpakketten op aprs.fi te zien!

## Afdelingsbijeenkomsten

Onze afdelingsbijeenkomsten vinden plaats in het clubgebouw van de Minigolf Zoetermeer in het Vernède sportpark, op elke tweede en vierde woensdag van de maand. In februari valt dat op 13 en 27 februari. Op de eerste bijeenkomst van een maand (in februari dus de 13e) is zonder tegenbericht de QSL-manager aanwezig voor het inleveren en ophalen van de kaarten. Via een link op onze website is te zien voor welke amateurs er kaarten aanwezig zijn. Sta je erbij, haal ze dan ook een keer af, dat voorkomt dat de QSL-manager met overvolle kaartenbakken moet slepen...

De bijeenkomsten zijn bedoeld voor geïnteresseerden in onze hobby en niet uitsluitend voor leden van de VERON afdeling 64 (Zoetermeer). Kom dus gerust eens langs. Er zijn altijd leden die je kunnen helpen met het beantwoorden van vragen of oplossen van problemen, en anders is er bijna altijd wel wat te zien op het gebied van de hobby: vintage apparatuur, projecten waar aan gewerkt wordt, ontwerpen van nog te bouwen apparaten enzovoorts. En anders kan je altijd nog gewoon een praatje maken onder het genot van een kop koffie...